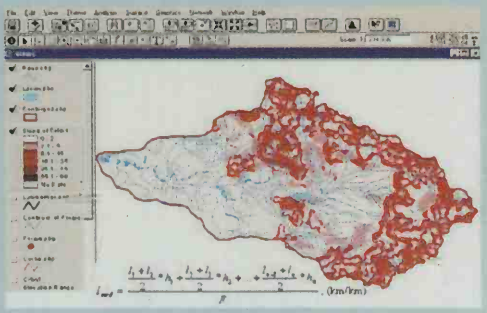
Gheorghe Şerban Răzvan Horaţiu Bătinaş

NOŢIUNI PRACTICE DE HIDROLOGIE GENERALĂ

Partea I Hidrogeologie, Potamologie



II-13.810

CASA CĂRŢII DE ŞTIINŢĂ

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Gheorghe Şerban Răzvan – Horaţiu Bătinaş

NOŢIUNI PRACTICE DE HIDROLOGIE GENERALĂ

Partea I – Hidrogeologie, Potamologie

625482
B.C.U. IASI

Casa Cărţii de Ştiinţă
Cluj-Napoca, 2005

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Referenți:

Prof. dr. Victor Sorocovschi

Prof. dr. Gavril Pandi

Copyright© Gheorghe Şerban; Răzvan-Horaţiu Bătinaş, 2005

ISBN 973-686-705-6

Director: Mircea Trifu

Fondator: dr. T.A. Codreanu

Culegere şi tehnoredactare computerizată: autorii

Tiparul executat la Casa Cărţii de Ştiinţă
400129 Cluj-Napoca; B-dul Eroilor nr. 6-8
Tel./fax: 0264-431920
www.casacartii.ro; e-mail: editura@casacartii.ro

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINS

PREFAȚĂ 3

I. NOȚIUNI INTRODUCTIVE 5
1. Elemente premergătoare în studiul resurselor de apă 5
1.1. Semne convenționale utilizate în reprezentarea elementelor hidrografice 5
1.2. Consultarea surselor bibliografice. Publicații scrise și publicații în format electronic (internet, publicații în format digital, e-book) 6
2. Elementele morfohidrografice ale principalelor cursuri de apă, lacuri și ghețari de pe Terra 11

II. HIDROGEOLOGIE 13
3. Terminologia și programul de monitorizare a apelor subterane 13
3.1. Rețeaua hidrogeologică 14
3.2. Programul de observații și măsurători 17
4. Prelucrarea datelor rezultate din observațiile de teren 23
4.1. Hidrograful nivelurilor apelor subterane în relație cu nivelul apelor de suprafață și precipitațiile 23
4.2. Trasarea direcției de curgere a apelor subterane 25
4.3. Hărțile cu hidroizohipse și hidroizobate, profilul hidrogeologic ... 27

III. POTAMOLOGIE 39
5. Elementele morfometrice ale bazinului hidrografic 39
5.1. Delimitarea bazinului hidrografic 39
5.2. Suprafața 40
5.3. Lungimea și lățimea 47
5.4. Altitudinea medie 52
5.5. Panta medie 54
6. Elementele morfometrice ale rețelei hidrografice 59
6.1. Schema hidrografică a rețelei 59
6.2. Lungimea râului 60
6.3. Profilul longitudinal al râului 62
6.4. Densitatea rețelei hidrografice 66
7. Coeficienți sintetici ai bazinului și rețelei hidrografice 72
7.1. Coeficientul de dezvoltare a liniei cumpenei apelor 72
7.2. Coeficientul de asimetrie al bazinului 72

7.3. Coeficientul de acoperire cu mlaştini, lacuri şi bălţi 72
7.4. Coeficienţi de dezvoltare a bazinului 73
7.5. Graficele sintetice ale suprafeţei bazinului 74
7.6. Coeficientul de sinuozitate (meandrare) 77
7.7. Coeficientul de ramificare (despletire) 78
8. Profilul transversal al râului 79
8.1. Aparatura utilizată la măsurarea adâncimi apei şi lăţimii albiei 79
8.2. Reprezentarea grafică a profilului şi calcularea elementelor secţiunii transversale 86
9. Viteza de curgere a apei râurilor 89
9.1. Aparatura utilizată la măsurarea vitezei apei 89
9.2. Construirea epurei vitezelor şi trasarea izotahelor 92
10. Debitul lichid al cursurilor de apă 93
10.1. Determinarea debitului lichid prin metoda ridicării secţiunii transversale şi a măsurării vitezelor cu flotori de suprafaţă 94
10.2. Determinarea debitului lichid prin metoda ridicării secţiunii transversale şi a măsurării vitezelor cu morişca hidrometrică... 104
10.2.1. Metoda analitică 107
10.2.2. Metoda grafomecanică 115
10.3. Determinarea debitului lichid cu ajutorul deversorilor hidrometrici 122
10.4. Determinarea debitului lichid prin metoda volumetrică 123
11. Debitul de aluviuni în suspensie al râurilor 124
11.1. Aparatura utilizată la recoltarea probelor de apă cu aluviuni în suspensie 124
11.2. Determinarea debitului de aluviuni în suspensie prin metoda analitică 127

ANEXA 138
BIBLIOGRAFIE 151

BCU IAŞI CENTRU VECHI

PREFAȚĂ

După Congresul experților hidrologi din statele membre ale O.N.U. din 1963, „Hidrologia este știința apelor Pământului, a formelor lor de existență, a circulației și răspândirii lor pe Glob, a proprietăților lor fizice și a interacțiunilor cu mediul și a modului în care ele răspund la activitatea umană".

În cadrul științelor geografice hidrologia ocupă un rol important, atât prin natura și cantitatea informației prezentate, cât și prin legăturile interdisciplinare care le reclamă.

Având în vedere caracterul aplicativ al acestei discipline apare ca necesară adaptarea tehnicilor de lucru în domeniu la noile tendințe de interpretare și modelare a informațiilor. Aceasta presupune completarea metodelor clasice de analiză și prelucrare a datelor hidrologice cu cele bazate pe tehnica computerizată.

Cunoștințele dobândite de studenți la cursul de Hidrologie necesită o aprofundare susținută și crearea unor deprinderi practice, care să poată fi utilizate în activitatea științifică și de cercetare ulterioară procesului instructiv-educațional. În acest sens se impune elaborarea unor volume de aplicații practice care să completeze prin date concrete modalitățile de investigare și monitorizare a resurselor de apă.

Debutul lucrării de față are ca obiect de studiu probleme privind cercetarea preliminară a resurselor de apă, unde se urmărește inițierea studenților în cunoașterea semnelor convenționale utilizate

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în reprezentarea elementelor hidrografice şi în consultarea diverselor surse bibliografice.

În continuare, sunt abordate probleme specifice apelor subterane (hidrogeologie), cu modalităţi de cuantificare şi reprezentare grafică a principalilor parametri urmăriţi în exploatarea acestora. Cea mai consistentă parte a lucrării este dedicată cercetării cursurilor de apă şi a bazinelor hidrografice aferente acestora (potamologie).

Volumul de aplicaţii practice se adresează în primul rând studenţilor de la Geografie care urmează diferite discipline de specialitate şi celor de la profilurile tehnice (construcţii hidrotehnice, hidroameliorații, ingineria mediului etc.), dar şi altor categorii de specialişti din domeniu.

Autorii

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

I. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

1. Elemente premergătoare în studiul resurselor de apă

1.1. Semne convenționale utilizate în reprezentarea elementelor hidrografice. Semnele convenționale din atlase şi hărți tematice se folosesc la reprezentarea detaliilor din teren şi la întocmirea planurilor topografice la diferite scări.

În general, se utilizează aceleași tipuri de semne pentru reprezentarea elementelor hidrografice indiferent de scara hărților editate, iar dimensiunile, poziția şi culorile de reprezentare a simbolurilor utilizate se stabilesc funcție de destinația hărții (generală, tematică, topografică etc. – fig. 1).

Tipologia acestora cuprinde diferite elemente geometrice (linii, poligoane, benzi etc.) exprimate calitativ prin grosime şi nuanțe de culoare şi cantitativ prin valori şi grafice. În continuare, vor fi redate principalele semne şi simboluri utilizate în evaluarea resurselor de apă pe reprezentările cartografice de bază.

Astfel, au fost selectate simboluri aferente atlasului geografic general, hărților hidrografice generale, hărților topografice, precum şi hărților hidrografice tematice (fig. 2).

La hărțile hidrografice generale sunt regăsite componente ale: rețelei hidrografice, gheţarilor montani şi de calotă, spațiului Oceanului Planetar, principalelor amenajări hidrotehnice (canale, ecluze, baraje, sectoare navigabile etc.).

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În cadrul ultimei categorii, mai reprezentative au fost considerate simbolurile legate de tipologia apelor minerale, a scurgerii medii lichide, a tipurilor genetice de lacuri şi a elementelor deltaice şi marine.

1.2. Consultarea surselor bibliografice. Publicaţii scrise şi publicaţii în format electronic (internet, publicaţii în format digital, e-book). Consultarea surselor bibliografice de specialitate se face în cadrul unor instituţii de profil: biblioteci universitare (centrale, filiale ale acestora asociate fiecărei facultăţi), biblioteci ale unităţilor cu specific hidrologic sau hidrotehnic (C.N. "Apele Române" R.A. - Direcţiile de Ape Teritoriale, I.N.H.G.A., Hidrolectrica S.A., Regia Autonomă Apă-Canal R.A., Administraţia Naţională de Meteorologie, Inspectoratul de Protecţia Mediului, Inspectoratul de Protecţie Civilă etc.), centre de documentare, alte unităţi economice etc.

În cadrul acestora, cele mai importante, în ceea ce priveşte volumul şi calitatea materialului bibliografic sunt bibliotecile universitare. Accesul se realizează pe baza unor legitimaţii (permise) individuale.

Pe baza acestui act studenţii beneficiază de diverse servicii şi facilităţi: acces la cataloagele alfabetice (publicaţii după autori) şi tematice (publicaţii pe domenii şi discipline); cataloage on-line, pentru toate tipurile de publicaţii; acces în sălile de lectură şi la secţiile de împrumut.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

HARTA GENERALĂ

- Riuri cu apă permanentă
- Riuri cu apă temporară
- Cascade
- Lacuri cu apă dulce
- Lacuri cu apă sărată
- Lacuri cu limite variabile în regiuni
- Regiuni mlăştinoase
- Deşerturi de nisip
- ·2543 Cote de înălţimi
- ·11022 Cote de adîncimi
- Vulcani
- Albii seci
- Trecători
- Gheţari montani
- Gheţari de calotă
- Recife coraligene
- Curenţi calzi
- Curenţi reci
- Limita mijlocie a îngheţului mărilor
- Limita calotei glaciare arctice
- Limita gheţarilor de şelf din Antarctic
- Canaluri
- Sectoare navigabile pe riuri şi fluvii

HARTA TOPOGRAFICĂ

- Vaduri la apele reprezentate cu o linie
- Diguri
- Rîuri, pîraie, canaluri
- 1 2 3 — 1-Ecluze. Baraje stăvilare; 2-necarosabile; 3-carosabile
- csd 1 · cal 2 — 1-Coscade; 2-Cataracte

HARTA HIDROGRAFICĂ

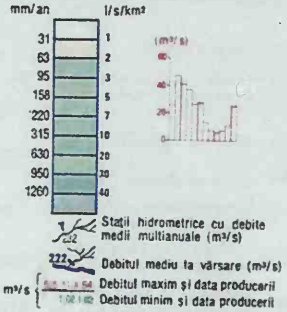
- Riuri cu scurgere permanentă
- Riuri cu scurgere semipermanentă
- Riuri cu scurgere intermitentă
- Regiuni în care predomină riurile cu scurgere permanentă
- Regiuni în care predomină riurile cu scurgere intermitentă
- Regiuni lipsite de reţea hidrografică
- Canal navigabil
- Canale colectoare şi canale de alimentare cu apă
- Sectoare flotabile
- Sectorul Dunării maritime
- Limitele dintre principalele bazine hidrografice
- Limitele dintre bazinele hidrografice secundare
- 596 / 42830 Lungimea în km a riurilor principale şi suprafaţa în km² a bazinelor acestora
- 13 Debitele medii anuale ale principalelor riuri (m³/sec)
- Debitele medii anuale ale Dunării în sectorul din avale de Baziaş (scară convenţională)
- Post hidrometric
- Regiuni cu lacuri glaciare
- Regiuni cu benturi
- Iazuri şi helestee principale
- Principalele limane fluviatile
- Limane fluvio-maritime
- Lagune
- Lacuri sărate în cuvete de tasare.

Fig. 1. Semne convenţionale utilizate pe hărţile generale, topografice şi hidrografice.

APE MINERALE

- Carbogazoase și bicarbonatate
- Feruginoase
- Sulfuroase
- Clorurate
- Sulfatate
- Iodurate
- Alte ape minerale
- Ape termale

SCURGEREA MEDIE



TIPURI GENETICE DE LACURI

LACURI NATURALE

- Lacuri de luncă şi deltă
- Limanuri fluviatile
- Limanuri fluvio-marine şi lagune
- Lacuri între dune de nisip
- Lacuri în depresiuni de tasare pe depozite loessoide (crovuri)
- Lacuri de baraj natural (L. Roşu-Bicaz)
- Lacuri carsto-saline (L. Ursu-Sovata)
- Lacuri în depresiuni carstice (L. Ighiu)
- Lacuri carstice pe gips (L. Nucşoara)
- Lacuri în cratere vulcanice (L. Sf. Ana)
- Lacuri de nivaţie şi pe polițe structurale (L. Vulturilor-Sîriu)
- Lacuri în relief glaciar

LACURI ANTROPICE

- Regiuni cu frecvenţă mare a lacurilor agro-piscicole (lazuri)
- Lacuri de acumulare de interes hidroenergetic, alimentare cu apă şi irigaţii
- Regiuni în care se practică folosirea apei prin benturi
- Lacuri în mine de sare părăsite
- Lacuri temporare pentru atenuarea viiturilor (tip polder)
- Amenajări piscicole tip heleşteu

DELTA DUNĂRII

- Uscat predeltaic
- Grinduri marine
- Grinduri fluviatile
- Arii depresionare
- 2.2 Altitudinea în m faţă de nivelul Mării Negre
- Braţe principale şi girle naturale
- Canaluri
- a b Lacuri: a – permanente b – desecate
- Vegetaţie palustră cu stuf, papură, rogoz etc.
- Păduri de stejar cu frasin, ulm, plop alb, cenuşiu şi tremurător, arbuşti şi plante agăţătoare etc. Monumente ale naturii
- Păduri de sălcii şi plop în masiv
- Vegetaţie halofilă (de sărături)
- Vegetaţie arenicolă (de nisipuri)
- Rezervaţii naturale ornitologice
- Amenajări: (AP)- piscicole, (ASP)- stufo-piscicole (AA)- agricole, (AS)- silvice
- Cherhanale
- Camping (popas turistic)
- Hotel
- Cabană

MAREA NEAGRĂ

- 0 m
- 200 m
- 1 000 m
- 2 000 m
- Sub 2 000 m
- Temperatura medie anuală la suprafaţă
- Limita gheţurilor plutitoare de iarnă
- Curenţi de suprafaţă
- Curenţi de adîncime
- Nisipuri
- Mlaştini
- Staţiuni balneoclimaterice
- Zone de pescuit
- Oraşe
- Porturi

Fig. 2. Semne convenţionale utilizate pe hărţile tematice.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Consultarea publicațiilor în bibliotecă se face în baza unui regulament intern ce reclamă anumite reguli de conduită și deontologie, pe baza completării unei fișe de cerere (fig. 3).

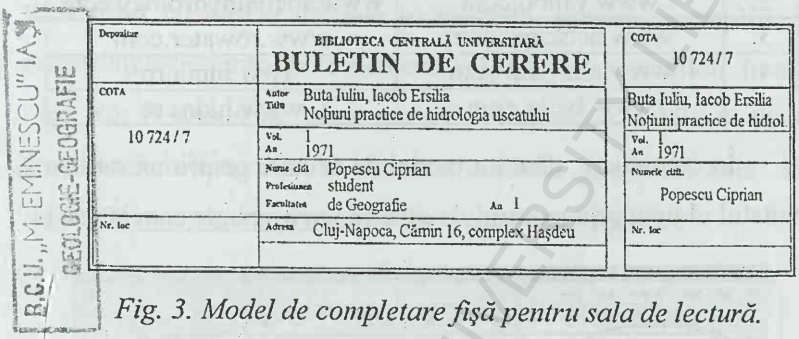


Fig. 3. Model de completare fișă pentru sala de lectură.

Împrumutarea publicațiilor se realizează pe o perioadă limitată de timp, cu posibilitatea prelungirii termenului de împrumut, după completarea fișei de împrumut.

Pe lângă clasicile publicații scrise, studenții pot consulta și numeroase publicații în format electronic și digital (atlase și reviste pe CD-uri, baze de date locale și on-line - prin Internet etc.) care cunosc o dezvoltare progresivă deosebită, în ultimul timp.

Astfel, pot fi amintite câteva din aceste motoare de căutare sau site-uri specializate, care prin introducerea unui cuvânt sau alocuțiune și, validarea comenzii de căutare oferă accesul aproape instantaneu la multiple adrese sau locații referitoare la domeniul aferent termenului căutat. (tabelul 1).

Tabelul 1

Adrese de căutare a informațiilor pe Internet

Nr. crt.	Motor de căutare a cuvintelor cheie	Site specializat
1.	www.google.com	www.hydroweb.com
2.	www.yahoo.com	www.spatialhydrology.com
3.	www.netscape.com	www.rowater.com
4.	www.altavista.com	www.inmh.ro
5.	www.lycos.com	www.hidro.ro

În continuare, dăm un model de căutare pentru un termen şi rezultatul obținut prin motorul de căutare www.google.com (fig. 4).

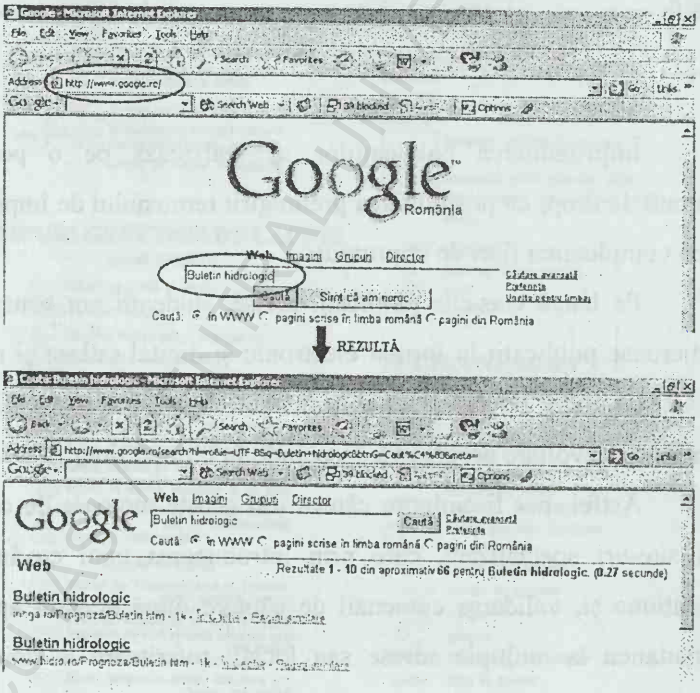


Fig. 4. Exemplu de căutare pentru termenul "buletin hidrologic".

2. Elementele morfohidrografice ale principalelor cursuri de apă, lacuri şi gheţari de pe Terra

Tematica acestei lucrări are ca obiectiv familiarizarea studenţilor cu bazele de date hidrologice, precum şi amplificarea cunoştinţelor referitoare la elementele hidrografice pe Glob. În acest sens, vor fi consultate atlase generale şi tematice, publicaţii care se încadrează bibliografic la tematica amintită şi site-uri care oferă informaţii asupra distribuţiei spaţiale a acestora (fig. 5).

LUNGIMEA PRINCIPALELOR FLUVII ŞI RIURI

EUROPA

Numele	km
Volga	3 531
Dunărea	2 860
Ural	2 428
Nipru	2 201
Don	1 870
Peciora	1 789
Nistru	1 352
Rin = Rhein = Rhin	1 326
Dvina de N-Suhona	1 293
Elba = Labe = Elbe	1 112
Vistula = Wisła	1 059
Loara = Loire	1 020
Tisa	963
Dvina de Vest = Daugava	930
Prut	925
Tag = Tajo = Tejo	910
Kuban	906
Ebru = Ebro	860

Fig. 5. Fragment din Atlasul Geografic General, 1974.

La sistematizarea tabelară a elementelor se vor avea în vedere reţeaua de fluvii cu principalele reflexii în relief (cascade şi delte), unităţile lacustre majore şi principalele areale cu gheţari de pe Glob.

Selectarea lor se va face după anumite criterii, între care: distribuție spațială (continente), parametri dimensionali (lungime, suprafață, înălțime, adâncime, volum), debite etc.

În tabelele anexă de la finalul lucrării valorile parametrilor sunt raportate la diferite momente temporale, funcție de sursele bibliografice de proveniență.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

II. HIDROGEOLOGIE.

3. Terminologia şi programul de monitorizare a apelor subterane

Studiile hidrogeologice urmăresc stabilirea surselor şi rezervelor de apă din stratele acvifere subterane, în vederea satisfacerii diverselor folosinţe: alimentarea cu apă potabilă, alimentarea cu apă industrială, irigarea unor terenuri, alimentarea unor incinte piscicole etc.

Spre deosebire de apele de suprafaţă, care deşi vulnerabile la activităţile antropice sunt mai uşor accesibile, apele subterane trebuie mai întâi localizate şi evaluate cantitativ şi calitativ şi apoi valorificate în urma unor ample acţiuni de prospectare şi exploatare.

Dificultatea realizării acestor acţiuni rezidă din organizarea spaţială a apelor subterane, având în vedere etajarea verticală după relief a acestora şi discontinuitatea orizonturilor acvifere.

Deoarece apele freatice sunt situate la adâncimi relativ reduse, fiind mai uşor de captat şi exploatat, ele sunt frecvent expuse deteriorării calitative în urma acţiunilor de natură antropică.

În schimb, acviferele de adâncime oferă resurse superioare calitativ, însă, limitate cantitativ din cauza organizării lor adesea sub forma unor lentile intercalate în orizonturile impermeabile.

BCU ASE CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.1. Rețeaua hidrogeologică

Rețeaua hidrogeologică cuprinde toate sursele naturale sau amenajate utilizate în monitorizarea principalilor parametri ai apelor subterane; rolul acesteia este de a facilita cunoașterea rezervelor de apă, în vederea exploatării lor raționale şi a prevenirii deteriorării calitative.

Unitatea de bază în organizarea rețelei hidrogeologice o reprezintă forajul la care se adaugă puțurile şi izvoarele.

Forajul hidrogeologic de observație este un puț tubat cu diametrul mic (20 – 35 cm) realizat în vederea interceptării orizontului acvifer cu scopul monitorizării parametrilor hidrogeologici (nivel, debit, temperatură, chimism) şi cel al exploatării rezervelor de apă (fig. 6).

Forajul geologic de prospectare este destinat cunoașterii structurii petrografice verticale a orizonturilor scoarței terestre, urmărindu-se identificarea unor resurse minerale prin forarea la adâncimi mai mari.

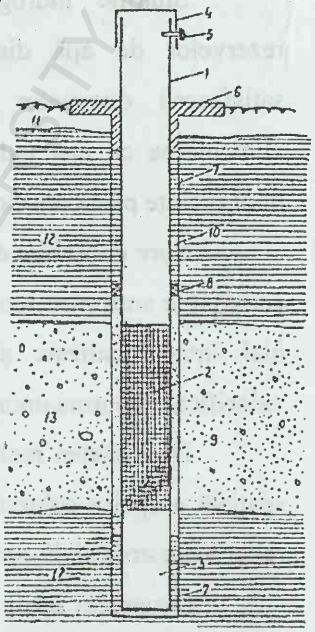


Fig. 6 . Foraj hidrogeologic. 1, Coloană de prelungire; 2, Filtru; 3, Piesă de fund; 4, Capac; 5, Ştuț de prindere; 6, Dală de beton; 7, Argilă; 8, Saci de hârtie; 9,Pietriş mărgăritar; 10, Pereții puțului; 11, Sol; 12, Strat impermeabil; 13, Strat acvifer (nisip+prundiş).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Forajul geologic de prospectare este destinat cunoaşterii structurii petrografice verticale a orizonturilor scoarţei terestre, urmărindu-se identificarea unor resurse minerale prin forarea la adâncimi mai mari.

Organizarea punctelor de observaţie (foraje, puţuri etc) se realizează sub forma posturilor hidrogeologice. Acestea sunt amplasamente în teren care grupează mai multe astfel de puncte (foraje izolate sau aliniamente de foraje), funcţie de scopul urmărit şi modul de constituire.

În afara forajelor propriu-zise, postul mai cuprinde şi o cabină amenajată pentru păstrarea aparaturii şi a utilajelor destinate exploatării şi desfăşurării observaţiilor şi măsurătorilor.

Se identifică două categorii de posturi hidrogeologice: posturi de ordinul I şi II. Posturile de ordinul I sunt amplasate în vecinătatea unor staţii hidrometrice de râu, în vederea urmăririi legăturii dintre scurgerea apelor subterane şi a celei din râuri.

Ele sunt construite sub formă de aliniamente de foraje dispuse transversal sau oblic faţă de linia talvegului, conform direcţiei de curgere a apelor subterane. Pe un aliniament se regăsesc între 6 – 12 foraje, repartizate echilibrat de o parte şi de alta a râului, în cazul unei relative simetrii a văii (fig 7).

Imaginea reprezintă modelul plan de relief al bazinului (TIN-Triangulated Irregular Network) şi a fost executată folosind programul GIS, ArcView 3.x şi extensiile aferente. Ca suport în

execuția proiectului au fost utilizate hărțile topografice 1:100.000 editate în anul 2000 la Direcția Topografică Militară, București.

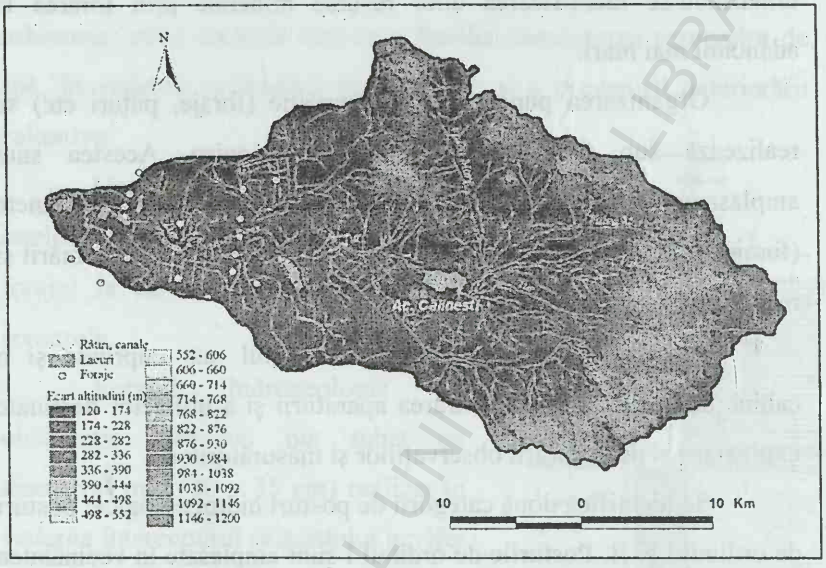


Fig. 7. Bazinul hidrografic al râului Tur.

Posturile de ordinul II stabilesc schimbarea caracteristicilor apelor subterane funcție de precipitații. Ele sunt amplasate pe interfluvii în apropierea unor posturi meteorologice în afara zonei de influență reciprocă dintre apele subterane și curgătoare, amonte de localități, fiind constituite din foraje izolate.

La fiecare post hidrogeologic vor fi regăsite în permanență documentațiile aferente: imprimate de lucru, instrucțiuni, fișa de inventar și, obligatoriu, jurnalul postului.

BCU ASE CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Acesta din urmă conține informații referitoare la: denumirea postului, numărul de foraje, localizarea și amplasamentul, reperele existente, informații asupra orizonturilor acvifere și a amenajării tehnice a acestora, pompărilor experimentale, debutul observațiilor, aparatura disponibilă și echipamente anexe, complexul de observații și măsurători etc.

3.2. Programul de observații și măsurători

Observațiile și măsurătorile efectuate în cadrul rețelei de posturi hidrogeologice se realizează pe baza unui program riguros stabilit, funcție de tipul postului. În acest sens se disting observații hidrogeologice preliminare, efectuate în timpul executării forajelor și observații curente după darea în folosință a acestora.

3.2.1. Observații hidrogeologice preliminare

Acestea constă în prelevarea de probe litologice de pe tot ecartul coloanei stratigrafice. În urma analizei lor se stabilește stratificarea structurilor geologice și se identifică faciesurile care cantonează rezerve de ape subterane.

În funcție de rezultatele obținute se procedează la pregătirea forajului în vederea demarării programului de observații și măsurători.

3.2.2. Observații curente după definitivarea forajelor

Observațiile curente care se realizează la foraje se referă la nivelul apelor subterane, temperatura, proprietățile organoleptice și

fizico-chimice, observații asupra vegetației în zona forajului și observații meteorologice.

Observațiile asupra nivelului apei în foraje

Nivelul apei (NH_s) este cota naturală a oglinzii apei care fluctuează în coloana forajului, în funcție de condițiile atmosferice și relația orizontului acvifer cu unitățile acvatice de suprafață (fig. 6).

Acest parametru se măsoară față de marginea de sus a tubului, iar adâncimea oglinzii apei se exprimă în cm față de nivelul solului. Importanța acestor măsurători este fundamentală întrucât pe baza lor se stabilesc zonele cu potențial de exploatare a orizonturilor acvifere, precum și cele cu necesități de hidroameliorare a solului.

Regimul de observații presupune efectuarea acestui tip de măsurători, la un interval de trei zile, începând cu ziua de 3 a lunii și terminând cu ultima zi.

Dispozitivele de măsurat sunt multiple. Cel mai frecvent utilizat este sonda cu plutitor, cablul gradat și ruleta, în condițiile realizării observațiilor la foraje cu fluctuații lente și pe un ecart redus al nivelului (fig. 8).

În cazul forajelor de importanță economică, cu oscilații rapide și pe un ecart important al nivelului (cele situate în vecinătatea cursului de apă) sunt folosite frecvent aparatele înregistratoare ale nivelului apei, între care cel mai cunsocut este limnigraful (fig. 9).

Efectuarea observațiilor asupra nivelului apei în foraj cu sonda începe prin a demonta capacul burlanului, după care se coboară plutitorul urmărindu-se gradațiile cablului de acționare. Când

plutitorul atinge oglinda apei (firul nu mai este perfect întins) se citește valoarea pe cablul gradat.

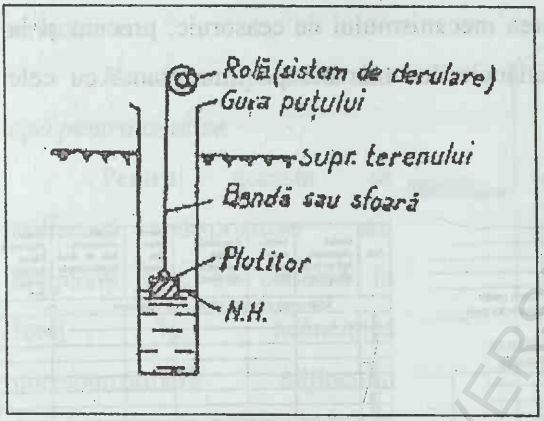


Fig. 8. Dispozitiv cu plutitor.

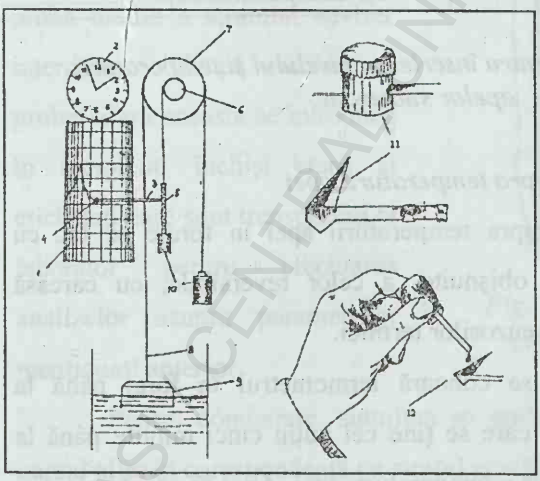


Fig. 9. Limnigraful. 1,Tambur; 2, Mecanism de ceasornic; 3, Braț; 4, Peniță; 5, Bară; 6, Fulie; 7, Scripete; 8, Cablu; 9, Flotor; 10, Contragreutăți; 11, Tipuri de peniță; 12, Alimentarea peniței.

Operația se execută de cel puțin trei ori consecutiv, iar în carnetul pentru înscrierea observațiilor hidrogeologice, se înscrie valoarea mediei aritmetice a citirilor efectuate (fig. 10).

Măsurătorile asupra nivelului şi temperaturii se efectuează în jurul orei 10, iar după terminarea tuturor operațiilor se rulează cablul sondei şi se închide capacul de siguranță a forajului.

Măsurătorile cu limnigraful

BCU "ASCENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

presupun o libertate mult mai mare a observatorului; rolul acestuia din urmă se rezumă doar la schimbarea săptămânală sau lunară a limnigramei, la acționarea mecanismului de ceasornic, precum și la corelarea periodică a adâncimilor marcate pe limnigramă cu cele măsurate manual.

C.N. "APELE ROMANE" S.A.
Direcția apelor_____
Stația hidrologică_____

Cursul de apă
Lacul
Interfluviul
Captarea_____
Stația _____
Puțul _____
Anul _____
Luna _____
Înălțime burlan peste suprafața terenului (cm)_____

BULETIN PENTRU INSCRIEREA NIVELULUI SI TEMPERATURII APELOR SUBTERANE

Numele și prenumele observatorului_____
Satul_____ Comuna_____
Județul_____ Of. Poștal_____
Verificat_____
Semnătura obs.
Data_____

Ziua	Nivelul piezometric față de bucă burlan (cm)	Temperatura apei (°C)	Precipitații înundat inaccesibil Alte situații	Temperatura apei corectată (°C)	Nivelul piezometric față de bucă burlan corectat (cm)	Nivelul piezometric față de suprafața terenului (cm)
Adâncimea puțului în ultima zi de măsurare.....m						
3						
6						
9						
12						
15						
18						
21						
24						
27						
30						

Fig. 10. Buletin pentru înscrierea nivelului și temperaturii apelor subterane.

Observațiile asupra temperaturii apei

Măsurătorile asupra temperaturii apei în foraje se fac cu ajutorul termometrelor obișnuite, a celor reversibile, cu carcasă metalică (fig. 11) sau a senzorilor termici.

Pentru aceasta se coboară termometrul în foraj până la adâncimea dorită, după care se ține cel puțin cinci minute până la preluarea de către carcasă a temperaturii apei. Apoi se scoate afară și se citește imediat (eroarea fiind de 0,1 ^{0}C), după care se repetă operațiunea.

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ

După fiecare citire se goleşte rezervorul carcasei de apă, iar în final în carnet se va nota media aritmetică a celor două citiri la termometru.

Recoltarea probelor de apă pentru analize

Pentru aceasta se utilizează dispozitive sau recipienţi care se coboară în foraj la adâncimea corespunzătoare mijlocului filtrului pentru a se obţine o probă medie a stratului acvifer interceptat. După scoaterea probei afară aceasta se introduce în recipienţi închişi etanş şi etichetaţi care sunt transportaţi la laborator pentru efectuarea analizelor asupra parametrilor menţionaţi anterior.

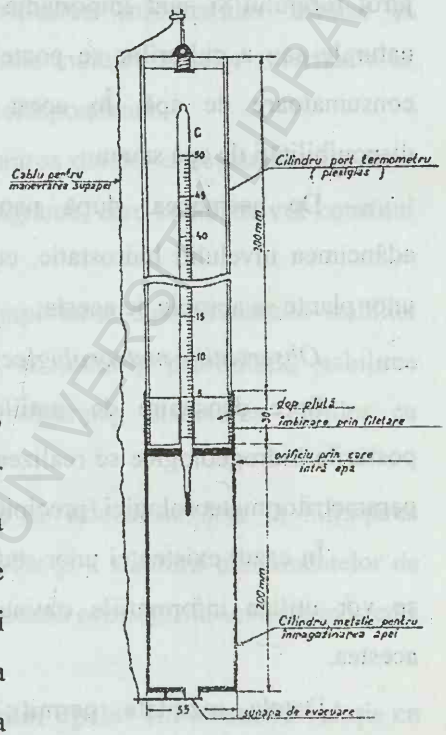


Fig. 11. Termometrul cu carcasă tip I.S.C.H.

Pentru comparare, simultan se prelevă probe de apă şi din cursul aflat în corespondenţă cu stratul acvifer.

Observaţiile asupra calităţii apei în foraje se realizează cel puţin odată pe sezon (ianuarie, aprilie, iulie şi octombrie); în situaţii speciale (poluări, inundaţii, secete etc.) frecvenţa observaţiilor poate creşte funcţie de necesităţi.

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ

Observațiile asupra vegetației în zona forajelor

Acestea se fac vizual pe o rază de minimum 1 kilometru, în jurul forajului și sunt importante deoarece după natura vegetației naturale sau a culturilor se poate deduce dacă plantele sunt mari consumatoare de apă. În acest caz rezultă dacă subsolul are disponibilități de apă sau nu.

De asemenea, după natura plantelor se poate aprecia adâncimea nivelului hidrostatic, cunoscându-se faptul că rădăcinile unor plante se apropie de acesta.

Observațiile meteorologice

Spre deosebire de stațiile și posturile meteorologice la posturile hidrogeologice se realizează doar observații vizuale asupra parametrilor meteorologici (precipitații, nebulozitate, vânt etc.).

În cazul existenței unor stații sau posturi meteo în vecinătate se vor utiliza informațiile obținute din măsurătorile realizate la acestea.

Datele rezultate permit determinarea legăturilor dintre regimul apelor subterane și cel al precipitațiilor și temperaturii aerului, precum și influența acestora din urmă asupra variațiilor nivelului hidrostatic și a temperaturii apei din foraje.

După finalizarea tuturor observațiilor pe întregul interval lunar și completarea buletinelor de observații acestea vor fi trimise la Serviciile Hidrogeologice din cadrul filialelor Direcției Apelor, unde vor fi centralizate și prelucrate.

BCU ACADEMIC CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4. Prelucrarea datelor rezultate din observațiile de teren

După recepționarea corespondenței din teren, la sediile filialelor se procedează la verificarea informațiilor trimise și centralizarea acestora pe calculator, inclusiv a celor referitoare la parametrii hidrologici ai râurilor corespondente.

Ulterior se trece la prelucrarea datelor executându-se o serie de calcule și elemente grafice, diagrame, care cumulate vor constitui studiile hidrogeologice anuale.

Unele dintre cele mai importante sunt corelațiile stabilite între nivelul apei subterane, cel al râului și precipitații, stabilirea direcției de curgere a apelor subterane, elaborarea hărților cu hidroizohipse și hidroizobate etc.

Profilurile hidrogeologice se întocmesc doar la înființarea postului în urma executării forajelor și a stabilirii aliniamentelor de foraje pentru observații. Ele conturează orizonturile acvifere existente în structura geologică a zonei.

4.1. Hidrograful nivelurilor apelor subterane în relație cu nivelul apelor de suprafață și precipitațiile

Pentru ilustrarea interdependenței dintre cei trei parametri am selectat un caz concret, respectiv bazinul hidrografic Tur, în sectorul românesc (fig. 7).

Pe grafic au fost reprezentate oscilațiile zilnice ale nivelului apei freatice la aliniamentul de foraje Turulung, cele ale nivelului râului Tur și precipitațiile măsurate la stația hidrometrică omonimă (fig. 12).

Graficul de variație a fost realizat utilizând componenta Excel a pachetului Microsoft Office XP, varianta de grafic „Standard Types – Column, pentru precipitații și Custom Types – Smooth Lines, pentru niveluri". Utilizarea variantei „Lines on 2 Axes, de la Custom Types" nu a fost posibilă întrucât regimul observațiilor de niveluri la foraje este din 3 în 3 zile și nu coincide cu cel zilnic de la precipitații.

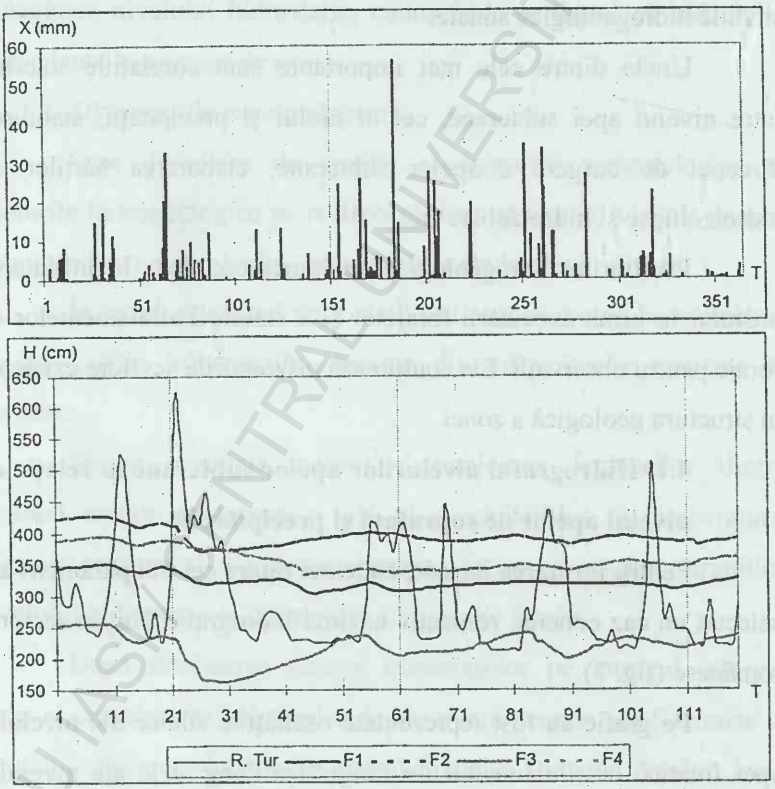


Fig. 12. Variația nivelurilor apei râului Tur și în forajele de pe aliniament la Turulung, în relație cu precipitațiile căzute (2001).

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Reprezentarea permite evidențierea legăturii dintre oscilațiile apei din râu şi cele ale nivelului freatic, precum şi dependența acestuia din urmă de cantitățile de precipitații căzute.

Relația dintre râu şi orizontul freatic se stabileşte atât temporal cât şi spațial. În primul caz, modificările de nivel în albia râului sunt urmate destul de fidel de cele ale acviferului, cu o anumită întârziere impusă de circulația mult mai lentă a apelor subterane.

În al doilea caz, amplitudinea variațiilor nivelului freaticului se reduce odată cu creşterea distanței dintre foraj şi cursul de apă. La cele mai îndepărtate foraje oscilațiile sunt abia perceptibile şi depind în cea mai mare măsură de precipitațiile căzute.

4.2. Trasarea direcției de curgere a apelor subterane

În acest scop cel mai frecvent aplicată este *metoda geometrică*, care constă în unirea în plan a forajelor învecinate sub forma unor triunghiuri cvasi-echilaterale (fig. 13).

La această operațiune se utilizează cotele absolute ale oglinzii apei subterane (înălțimea acesteia față de nivelul 0 al mării).

Considerând triunghiul format de forajele $F_1F_2F_3$ se lucrează cu latura dintre forajele cu cote maximă şi minimă (F_1,F_3) pe care trebuie găsită valoarea corespondentă forajului cu cota mijlocie (F_2'). Acest punct va diviza în două latura F_1F_3, obținându-se segmentele F_1F_2' şi $F_2'F_3$.

Pot fi urmate două căi pentru găsirea poziției punctului F_2':

a) $F_1F_2' = F_1F_3 \cdot \frac{CotaF1 - CotaF2}{CotaF1 - CotaF3} = 4{,}3 \cdot \frac{130{,}8 - 128{,}3}{130{,}8 - 127{,}7} = \mathbf{3{,}48\ cm}$

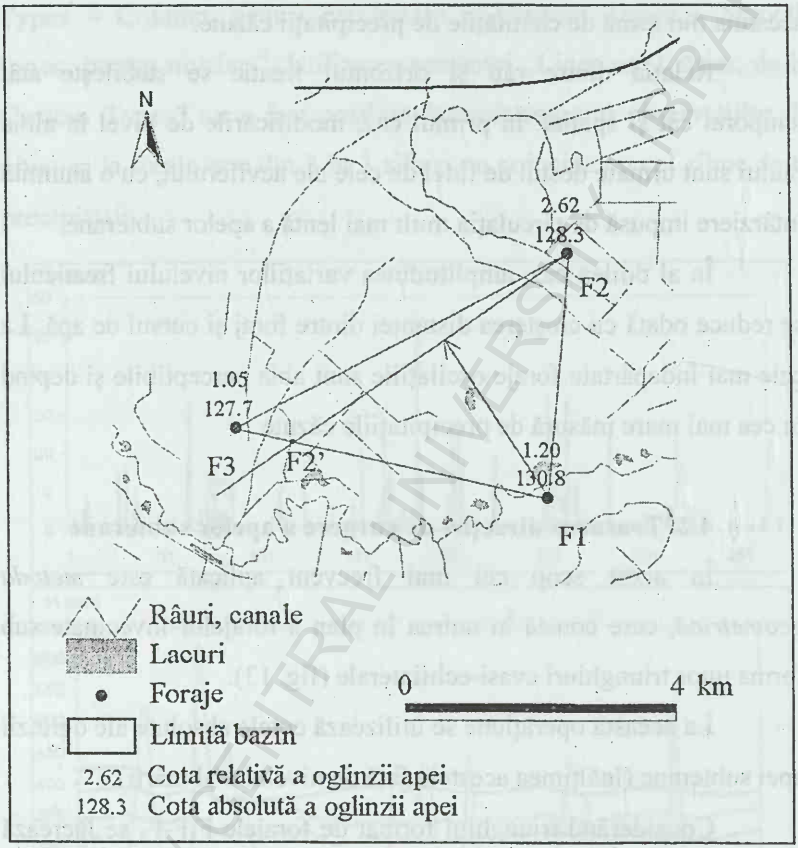


Fig. 13. Model de trasare a direcției de curgere a apelor subterane prin metoda geometrică

Valoarea obținută se măsoară din forajul F_1 spre forajul F_3 cu liniarul marcându-se poziția punctului corespondent F_2' pe latură. Din forajul F_2 se trasează o semidreaptă care va trece prin forajul F_2', iar pe această semidreaptă se coboară perpendiculara din forajul de cotă

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ

maximă F_1. Această perpendiculară reprezintă direcția de curgere (linia de cea mai mare pantă) în spațiul delimitat de cele trei foraje.

b) – se face diferența dintre cota maximă și cota minimă;

- se face diferența dintre cota maximă și cota mijlocie;
- se măsoară segmentul (cm) dintre cele două cote extreme (F_1F_3);
- se aplică regula de trei simplă pentru calcularea lungimii segmentului F_1F_2; 130,8 - 127,7 = 3,1 m diferență de nivel;

130,8 – 128,3 = 2,5 m diferență de nivel;

F_1F_3 = 4,3 cm măsurați cu rigla;

3,1 m .....4,3 cm

2,5 m .....x $\quad x = \frac{4.3 \cdot 2.5}{3.1} = 3{,}48$ cm

În continuare, se repetă operațiile de la calea anterioară în vederea trasării semidreptei și a direcției de curgere.

4.3. Hărțile cu hidroizohipse și hidroizobate, profilul hidrogeologic

Hidroizohipsele reprezintă linii ce unesc punctele cu aceeași valoare a cotei absolute (înălțimea față de nivelul 0 al mării) a oglinzii apelor subterane (exemplu pe hartă, valoarea de 127,7 m la forajul F_3).

Hidroizobatele sunt linii ce unesc puncte cu aceeași valoare a cotei relative (adâncime față de nivelul terenului) a apelor subterane (ex. valoarea 1,05 m la forajul F_3).

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru trasarea *hidroizohipselor*, se procedează la interpolare grafică între foraje, în vederea determinării punctelor cu valoare întreagă a cotelor prin care vor trece izoliniile.

Numărul izoliniilor (echidistanța lor) se va stabili funcție de ecartul general observat între cotele forajelor.

Interpolarea se poate realiza fie aplicând metoda clasică, fie optând pentru utilizarea unui soft GIS care dispune de această funcție (ex. ArcView 3.x).

a. Metoda clasică

Pe baza ecartului general al cotelor absolute a oglinzii apei în foraje (121,3 m valoarea cea mai joasă şi 131,7 m valoarea cea mai înaltă) se stabilesc valorile punctelor de hidroizohipsă; acestea vor fi numere întregi, dacă ecartul permite acest lucru (128; 129; 130).

În cazul nostru echidistanța optimă, care nu ar duce nici la o încărcare prea mare a figurii, nici la o lipsă a detaliilor, ar fi de 1 m. În modelul realizat în GIS, hărțile obținute au fost elaborate la echidistanța de 2 m.

Se prelucrează separat fiecare latură componentă a triunghiului $F_1F_2F_3$ (fig. 14).

a) latura F_1F_2 - se măsoară valoarea segmentului F_1F_2 (3,3 cm) şi se determină diferențele dintre cota maximă a segmentului (130,8 m) şi cota minimă a acestuia (128,3 m), precum şi dintre cota maximă a segmentului (130,8 m) şi cotele de hidroizohipsă (130 şi 129 m).

130,8 – 128,3 = 2,5 m diferență de nivel;

130,8 – 130,0 = 0,8 m diferență de nivel;

130,8 – 129,0 = 1,8 m diferență de nivel;

F_1F_2 = 3,3 cm măsurați cu rigla;

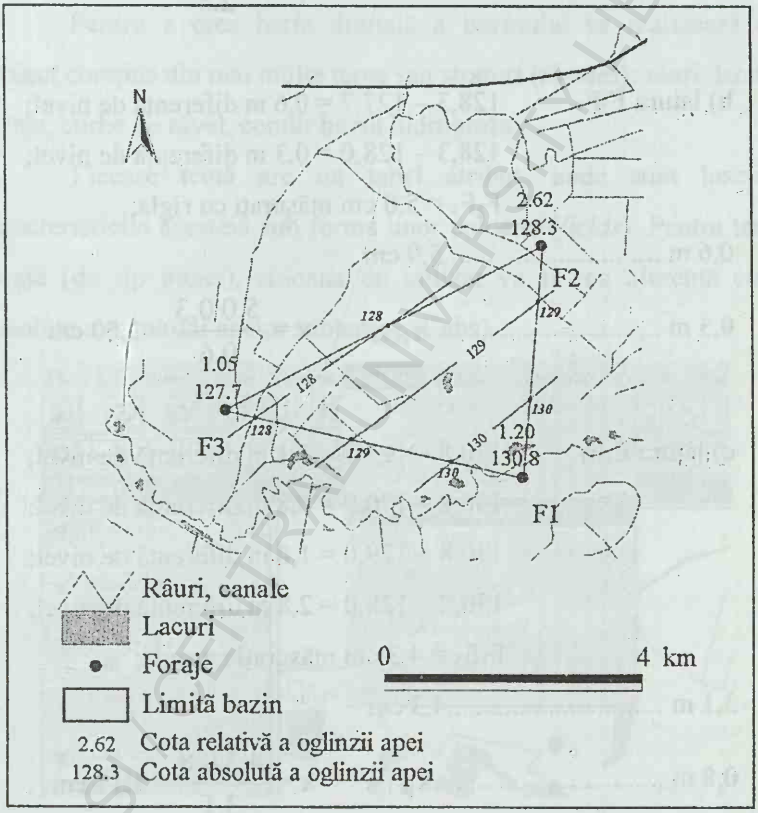


Fig. 14. Model de trasare a hidroizohipselor prin metoda clasică.

- se aplică regula de trei simplă pentru calcularea lungimii segmentelor, care măsurate din forajul de cotă maximă ne vor da poziția punctelor de hidroizohipsă:

2,5 m .....3,3 cm

0,8 m .....$x_{pt\ 130}$ $x = \frac{3.3 \cdot 0.8}{2.5} = \mathbf{1,056\ cm}$

1,8 m .....$x_{pt\ 129}$ $x = \frac{3.3 \cdot 1.8}{2.5} = \mathbf{2,376\ cm}$

b) latura F_2F_3 128,3 – 127,7 = 0,6 m diferență de nivel;

128,3 – 128,0 = 0,3 m diferență de nivel;

F_2F_3 = 5,0 cm măsurați cu rigla;

0,6 m .....5,0 cm

0,3 m .....$x_{pt\ 128}$ $x = \frac{5.0 \cdot 0.3}{0.6} = \mathbf{2,50\ cm}$

c) latura F_1F_3 130,8 – 127,7 = 3,1 m diferență de nivel;

130,8 – 130,0 = 0,8 m diferență de nivel;

130,8 – 129,0 = 1,8 m diferență de nivel;

130,8 – 128,0 = 2,8 m diferență de nivel;

F_1F_3 = 4,3 cm măsurați cu rigla;

3,1 m .....4,3 cm

0,8 m .....$x_{pt\ 130}$ $x = \frac{4.3 \cdot 0.8}{3.1} = \mathbf{1,11\ cm}$

1,8 m .....$x_{pt\ 129}$ $x = \frac{4.3 \cdot 1.8}{3.1} = \mathbf{2,50\ cm}$

2,8 m .....$x_{pt\ 128}$ $x = \frac{4.3 \cdot 2.8}{3.1} = \mathbf{3,88\ cm}$

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lungimile obținute în cadrul fiecărei laturi se vor măsura din forajele cu cota maximă, găsindu-se poziția punctelor căutate. Faza finală o reprezintă unirea punctelor cu aceeași cotă.

b. Utilizarea programului ArcView 3.x

Pentru a crea harta digitală a bazinului se realizează un proiect compus din mai multe teme sau straturi (*themes*): râuri, lacuri, foraje, curbe de nivel, contur bazin hidrografic.

Fiecare temă are un tabel atribut, unde sunt înscrise caracteristicile acesteia sub forma unor coloane (*fields*). Pentru tema foraje (de tip punct), coloana de utilizat va fi cea aferentă cotei absolute a nivelului apelor subterane (Cabs).

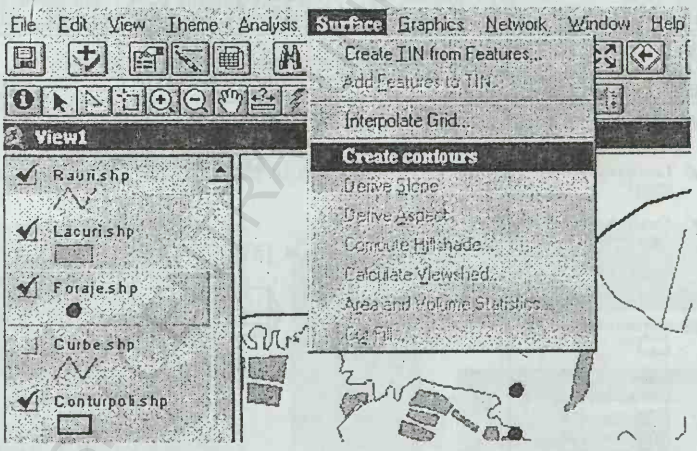


Fig. 15. Alegerea meniului și funcției de interpolare.

În continuare, se alege varianta *Same as Display* pentru a cuprinde întreaga suprafață ocupată de foraje, după ce în prealabil s-a efectuat o mărire (*Zoom*) a imaginii care să permită încadrarea suficientă a acesteia (fig. 16).

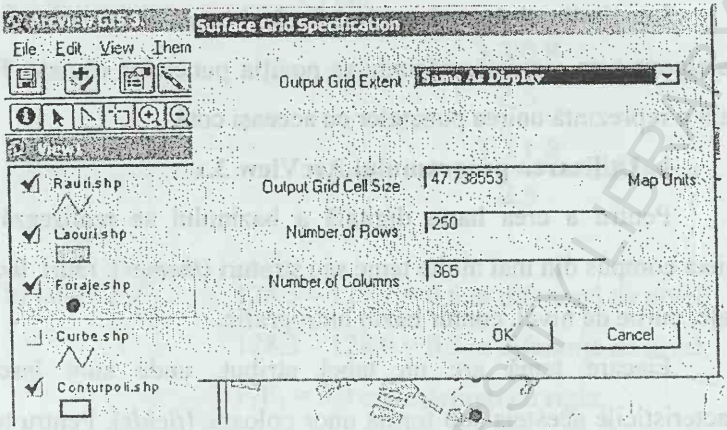


Fig. 16. Selectarea spațiului de bazin pentru interpolare.

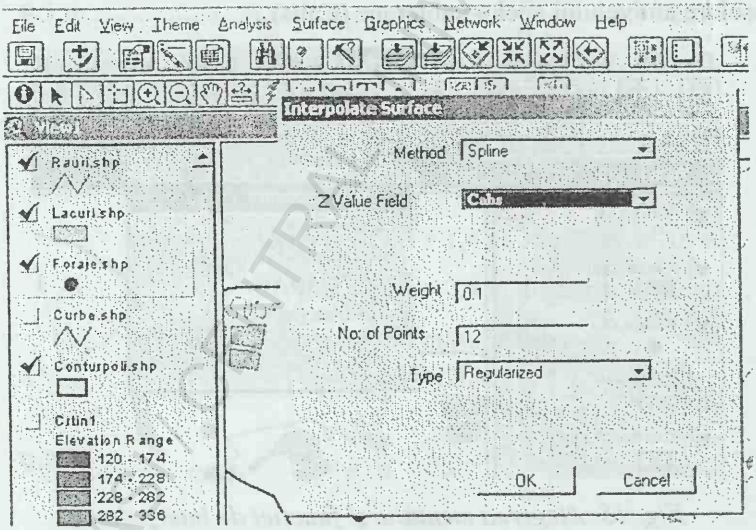


Fig. 17. Alegerea metodei și a valorilor pentru interpolare.

Se aleg metoda de interpolare (*Spline)* și valorile utilizate în operațiune - coloana cu cotele absolute din tabelul atribut (*Cabs*) (fig. 17).

Operația următoare constă în stabilirea echidistanței pentru hidroizohipse (în cazul analizat 2 m) introducând valoarea dorită în fereastra destinată (*Contour interval*) (fig. 18).

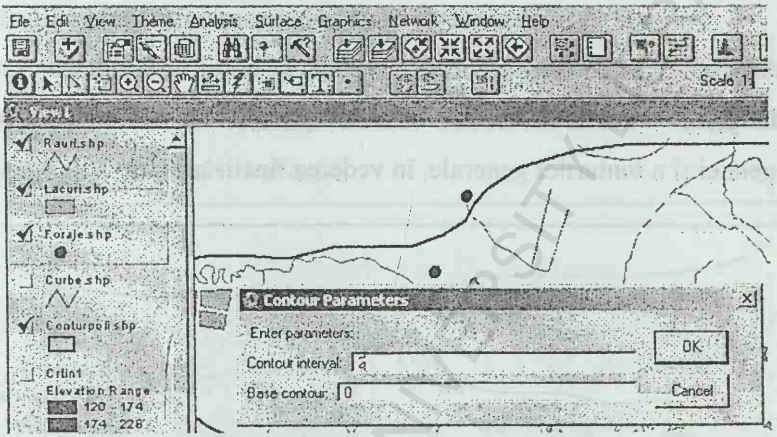


Fig. 18. Stabilirea echidistanței pentru hidroizohipse.

Pe hartă se adaugă etichetele izoliniilor, selectând din meniul *Theme* opțiunea *Auto Label* şi apoi *Contour* (fig. 19).

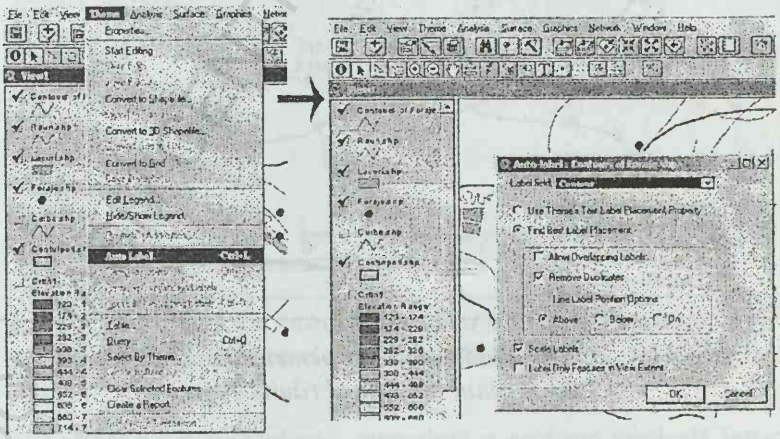


Fig. 19. Aplicarea etichetelor pentru hidroizohipsele rezultate.

După parcurgerea tuturor etapelor, se trece la realizarea formei finale a imaginii (*Layout*) utilizată la inserare în text sau listare.

Această fază permite ajustări ale dimensiunii imaginii, ale scării grafice de reprezentare, orientării hărții, eliminarea sau adăugarea unor teme sau simboluri şi editarea componentelor legendei şi a fonturilor generale, în vederea finalizării (fig. 20).

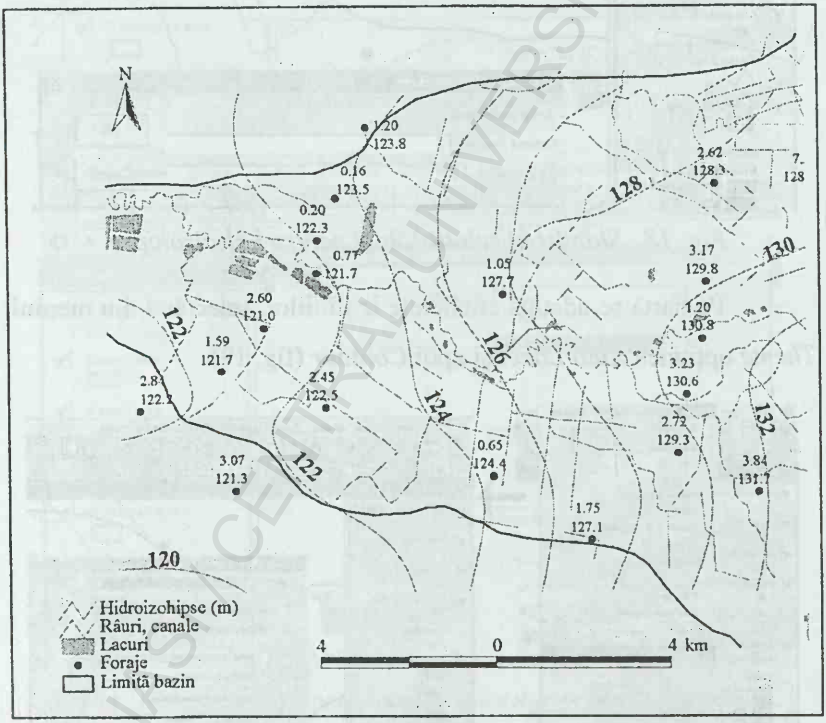


Fig. 20. Harta cu hidroizohipse pentru câmpul de foraje din bazinul inferior al râului Tur.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Operațiunea se repetă de o manieră identică și în cazul trasării hidroizobatelor (curbelor de adâncime), atât prin metoda clasică, cât și prin aplicația GIS, utilizându-se în acest scop cotele relative ale oglinzii apelor subterane (fig. 21).

Repartiția acestora va fi diferită de cea a hidrizohipselor, întrucât, nivelul de referință utilizat este cel local, al topografiei terenului și nu nivelul 0 al mării.

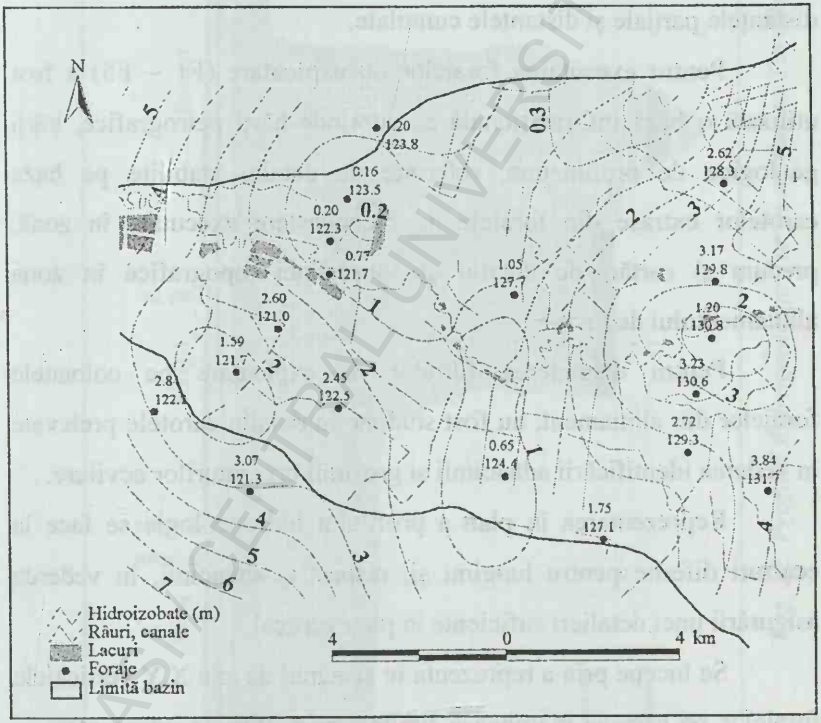


Fig. 21. Harta cu hidroizobate pentru câmpul de foraje din bazinul inferior al râului Tur.

Profilul hidrogeologic, reprezintă o secțiune verticală într-o regiune sau structură acviferă, pe care sunt reprezentate la scară

stratele şi rocile acvifere, suprafeţele ocupate de pânzele acvifere (freatice sau de adâncime), forajele care interceptează structura (cu elemente principale de execuţie şi captare).

În figura 22 este redat profilul hidrogeologic Turulung, ce cuprinde cinci foraje dispuse transversal faţă de cursul de apă al râului Tur. Pentru o mai bună încadrare în pagină, a fost eliminat din baza profilului, tabelul cu datele referitoare la cotele terenului, distanţele parţiale şi distanţele cumulate.

Pentru executarea forajelor de exploatare (F1 – F5) a fost utilizată o bază informaţională ce cuprinde hărţi petrografice, hărţi geologice de profunzime, referinţe de detaliu stabilite pe baza carotelor extrase din forajele de recunoaştere executate în zonă, precum şi cartări de detaliu ale suprafeţei topografice în zona aliniamentului de lucru.

Pentru dispunerea filtrelor de exploatare pe coloanele forajelor din aliniament, au fost studiate în detaliu carotele prelevate în vederea identificării adâncimii şi grosimii orizonturilor acvifere.

Reprezentarea în plan a profilului hidrogeologic se face la ecarturi diferite pentru lungimi şi, respectiv, adâncimi, în vederea asigurării unei detalieri suficiente în plan vertical.

Se începe prin a reprezenta în sistemul de axe X,Y verticalele forajelor pe care se marchează limitele orizonturilor interceptate şi adâncimea relativă a nivelului hidrostatic. Pentru configurarea stratificaţiei depozitelor şi identificarea orizonturilor acvifere se procedează la interpolare între verticalele forajelor.

BCU IASI

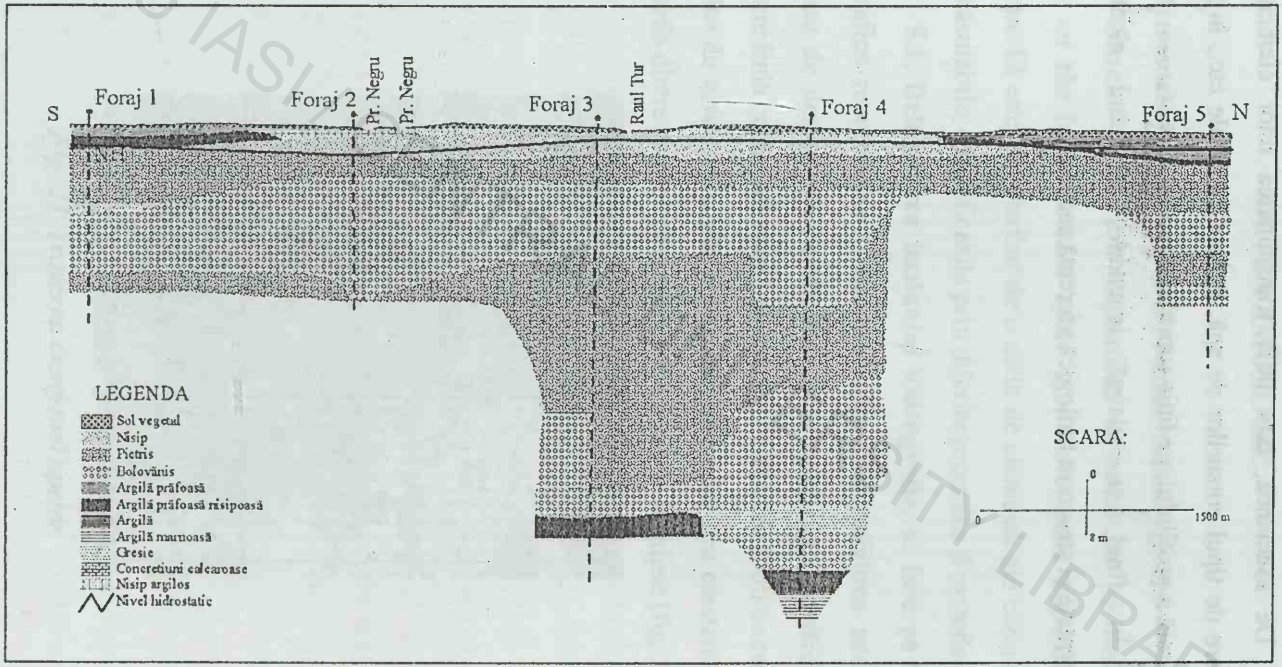


Fig. 22. Profilul hidrogeologic Tur în secțiunea Turulung.

UNIVERSITY LIBRARY

De asemenea, este utilă transpunerea unor elemente de orientare de tipul cursurilor de apă, puncte cardinale etc., în partea superioară a profilului, pe linia suprafeței topografice.

În final, se adaugă legenda cuprinzând elementele reprezentate și structura litologică aferentă secțiunii.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

III. POTAMOLOGIE.

1. Elementele morfometrice ale bazinului hidrografic

Bazinul hidrografic reprezintă teritoriul de pe cuprinsul căruia un râu îşi colectează apele graţie drenajului superficial şi subteran. El este caracterizat de o serie de elemente ale căror forme sunt măsurabile, cuantificabile prin diferite procedee şi metode.

5.1. Delimitarea bazinului hidrografic, se face pe hărţile topografice reprezentate la diferite scări, prin stabilirea unei linii sinuoase de demarcaţie numită *cumpăna apelor*. Ea urmăreşte cu fidelitate linia celor mai mari înălţimi evidenţiate de lobii convecşi ai curbelor de nivel, de cotele maxime corespunzătoare crestelor şi de înşeuările dintre acestea, fiind perpendiculară pe izohipse (fig. 23).

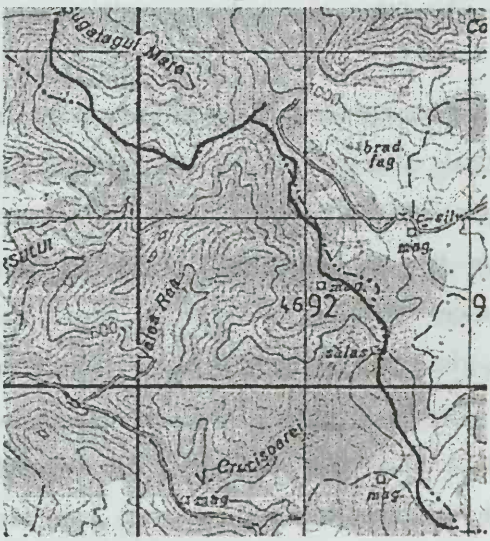


Fig. 23. Trasarea cumpenei apelor.

5.2. Suprafața (F – km^2), este spațiul delimitat de cumpăna apelor şi reprezintă elementul cel mai utilizat în calculele şi regionalizările hidrologice.

Determinările privind acest parametru se realizează aproape în exclusivitate folosind materialul cartografic (hărți, planuri).

Există numeroase metode de determinare, însă, nu toate duc la obținerea unui rezultat suficient de precis. Selectarea metodei de lucru depinde de scopul urmărit, de gradul de precizie cerut la finalizare, de rapiditatea executării operațiunii şi de aparatura disponibilă.

Metodele clasice sunt cel mai frecvent aplicate, din cauza faptului că tehnica performantă de lucru a intrat relativ târziu în utilizare în cadrul instituțiilor de profil. Aceasta din urmă câştigă tot mai mult teren datorită numeroaselor avantaje pe care le presupune aplicarea ei.

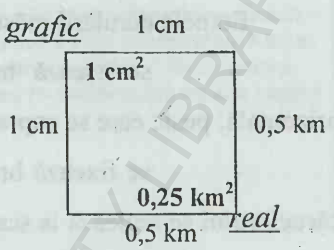
Metodele clasice cel mai des utilizate pentru măsurările de suprafețe bazinale sunt *metodele grafice (figurilor geometrice şi caroiajelor)* şi *metodele mecanice (planimetrării şi gravimetrică).*

Metoda figurilor geometrice presupune construirea unor figuri geometrice cu ariile cât mai uşor determinabile (pătrate, dreptunghiuri, triunghiuri şi trapeze) pe cuprinsul bazinului, pe harta de lucru.

Se determină suprafața grafică a fiecărei figuri (în centimetri pătrați), după care se trece la însumarea valorilor obținute şi

transformarea la scară pentru aflarea suprafeței reale (kilometri pătrați).

Considerând un pătrat cu latura pe hartă de 1 cm acesta va avea o suprafață grafică de 1 cm^2 (1 cm • 1 cm). La scara de 1: 50 000 lungimea în teren a laturii acestui pătrat este de 0,5 km. În acest caz, suprafața reală a pătratului este de 0,25 km^2 (0,25 km • 0,25 km). De exemplu, în situația ipotetică în care bazinul măsurat are o suprafață grafică de 100 cm^2 prin aplicarea regulii de trei simplă se obține suprafața reală:



$$1\ cm^2 \text{ .....} 0{,}25\ km^2$$

$$100\ cm^2 \text{ .....} x$$

$$x = \frac{100 * 0.25}{1} = 25\ km^2$$

Metoda caroiajelor se bazează pe împărțirea cadrului hărții într-o rețea de pătrate cu latura de 1 cm. Suprafața grafică a bazinului se obține prin cumularea suprafețelor pătratelor întregi şi a celor parțiale încadrate în bazin. Acestea din urmă se obțin fie prin compensare, fie prin calculare separată ca figuri geometrice corespunzătoare (de obicei, triunghiuri şi trapeze). Suprafața reală se obține prin aceeaşi metodologie ca şi în cazul precedent.

Metodele mecanice oferă o precizie şi o operativitate mai bune comparativ cu cele grafice şi presupun utilizarea unor instrumente în determinarea suprafețelor plane.

BCU "ASTRA" UNIVERSITY LIBRARY

Metoda planimetrică se bazează pe utilizarea *planimetrului polar* ale cărui părți componente sunt prezentate în fig. 24.

Etapele derulării măsurătorii sunt următoarele:

- se așează harta de lucru pe o suprafață perfect orizontală, peste care se suprapune ansamblul planimetrului;
- se fixează brațul polar în tabla de lucru și vernierul căruciorului se reglează la scara 1:1 000;
- se alege pe cumpăna bazinului un punct de plecare în zona mediană; unghiul dintre brațele planimetrului va fi de 90^0;
- se fixează la 0 cm^2 cadranele aparatului după ce în prealabil s-a așezat stiletul de la brațul trasor pe punctul de plecare;
- manevrarea acestuia din urmă se face în sensul acelor de ceasornic pe linia de cumpănă a apelor, până se ajunge din nou în punctul de plecare, închizându-se suprafața;
- se citește valoarea planimetrată (detaliul din fig.), în ordine: cifra sutelor (1) la disc, cifra zecilor (4) și cifra unităților (3) la ruletă și, în final, cea a zecimilor (9) la vernier;
- deci suprafața obținută prin planimetrare, în exemplul de față, este de 143,9 cm^2; ea se obține făcând diferența dintre valoarea finală citită și cea inițială (143,9 – 0);
- suprafața reală se obține prin același procedeu ca și în cazul metodei grafice; valoarea acesteia la scara 1:50 000 este de 35,975 km^2.

Pentru a obține un rezultat cât mai precis (o compensare a erorilor) se execută trei planimetrări ale aceleiași suprafețe.

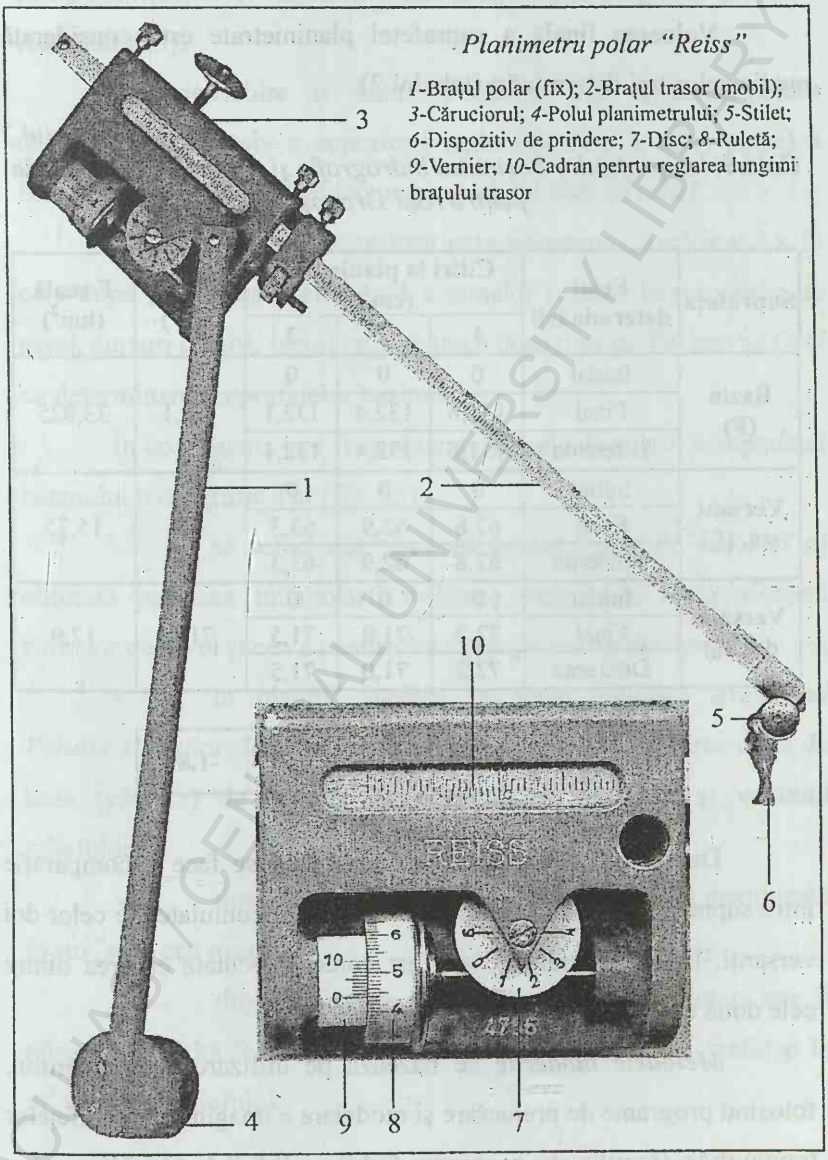


Fig.24 . Planimetru polar „Reiss" – ansamblu şi detaliu cărucior.

Valoarea finală a suprafeței planimetrate este considerată media celor trei determinări (tabelul 2).

Tabelul 2

Calculul suprafețelor bazinului hidrografic şi a versanților acestuia pentru râul Dragoşu

Suprafața	Felul determinării	Citiri la planimetru (cm^2)			Media (cm^2)	F reală (km^2)
		1	2	3		
Bazin (F)	Initial	0	0	0	132,1	33,025
	Final	131,8	132,4	132,1		
	Diferenta	131,8	132,4	132,1		
Versant stg. (f_s)	Initial	0	0	0	63	15,75
	Final	62,8	62,9	63,3		
	Diferenta	62,8	62,9	63,3		
Versant dr. (f_d)	Initial	0	0	0	71,6	17,9
	Final	72,2	71,0	71,5		
	Diferenta	72,2	71,0	71,5		

Sum.Vers.=	33,65

Eroare %=	-1,89

După finalizarea calculelor din tabel, se face o comparație între suprafața totală a bazinului şi suprafețele cumulate ale celor doi versanți. Dacă măsurătorile au fost corect executate eroarea dintre cele două nu trebuie să fie mai mare de 2 %.

Metodele moderne se bazează pe utilizarea computerului, folosind programe de prelucrare şi modelare a imaginilor suprafețelor topografice (familia de programe G.I.S. – E.S.R.I. (ArcView, Arc

Info), ER Mapper, Ilwis, IDRISI etc. şi familia de programe C.A.D. – AutoCad etc.).

Spre deosebire de metodele clasice, cele moderne permit determinarea inclusiv a suprafeței reale (nu doar a celei plane) a bazinului, în urma analizei făcute pe modelul plan de relief.

Frecvent şi uşor de utilizat este programul ArcView 3.x în care după pregătirea preliminară a temelor (contur bazin, curbe de nivel, cursuri de apă, lacuri etc.) se trece la analiza pe *Tin* sau pe *Grid* cu determinarea suprafețelor bazinale.

În continuare, vor fi enumerate etapele de calcul a suprafeței bazinului hidrografic Tur (fig. 25):

- se selectează tema cu modelul plan de relief (Tin) obținută pe baza interpolării realizate funcție de tema aferentă curbelor de nivel şi cea a conturului de bazin (cumpăna apelor);
- în meniul *Surface* se alege opțiunea *Area and Volume statistics*; în fereastra apărută se introduce valoarea cotei de bază (vărsare) de la care se vor calcula suprafața şi volumul reliefului;
- următoarea opțiune este *Above* (de la cota menționată în sus, spre cea maximă);
- după validarea comenzii, parametrii căutați vor fi afişați într-o altă fereastră - în m^2 (suprafața plană şi cea reală) şi în m^3 volumul reliefului;

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

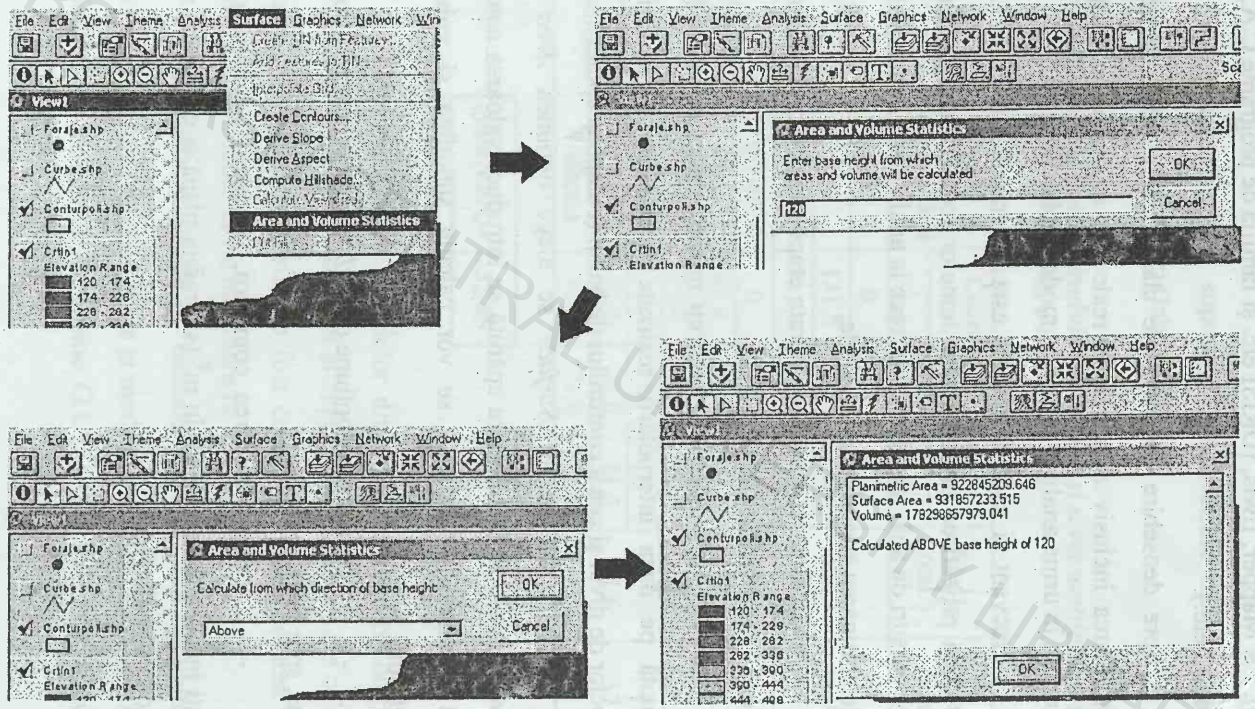


Fig. 25. Calculul suprafeţelor şi a volumului de relief pentru bazinul râului Tur cu programul ArcView 3.x.

- în cazul nostru valoarea acestora la scara reală este de: 922,845 km^2- suprafața plană (F_p), 931,857 km^2- suprafața reală (F_r) și 178,298 km^3- volumul (W) (fig. 25).

5.3. Lungimea și lățimea, reprezintă, de asemenea, două elemente de o importanță majoră în calculele hidrologice, îndeosebi în analiza formării scurgerii maxime. Este cunoscut faptul că amplitudinea undelor de viitură creşte direct proporțional cu lățimea bazinului hidrografic; cu cât acesta are o formă mai apropiată de cea circulară (raport cât mai redus dintre lungime şi lățime) concentrarea apei la ieşirea din bazin va fi mai rapidă, iar efectele induse pot căpăta caracter catastrofal.

Determinarea acestor elemente se poate realiza atât prin metodele clasice cât şi pe cale computerizată.

Metodele clasice presupun utilizarea unui algoritm compus din mai multe etape în cazul fiecăruia dintre elemente.

Lungimea bazinului hidrografic (L_b - km) diferă de cea a cursului principal fiind în cele mai multe din cazuri mai mare. Există cazuri în care datorită meandrării accentuate a râului situația se poate inversa. Etapele determinării lungimii bazinului sunt următoarele:

- la început se trasează segmente de dreaptă dispuse perpendicular pe cursul principal, la inflexiunile acestuia; extinderea lor pe lățimea bazinului se face în limitele cumpenei de ape (fig. 26);

- distanța optimă dintre ele, în profil longitudinal, este de 1-3 cm, funcție de dimensiunile bazinului şi scara de reprezentare utilizată;

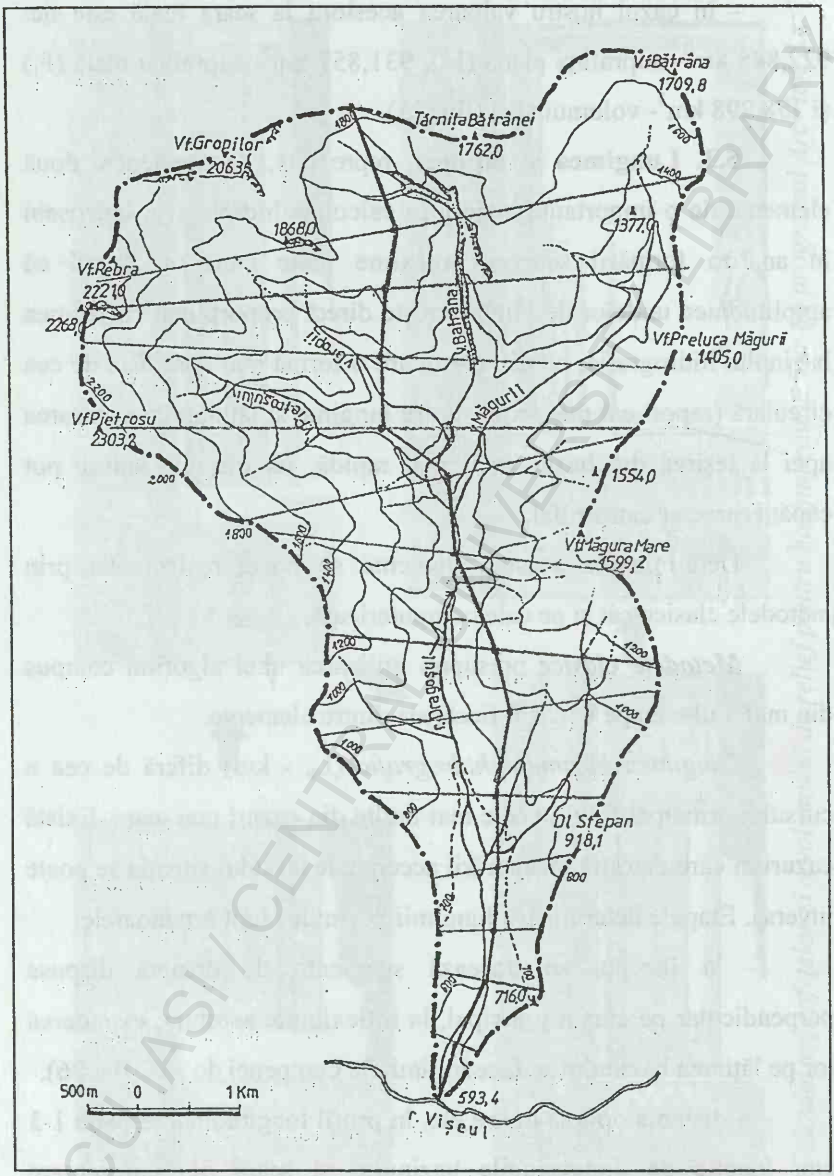


Fig. 26 . Lungimea bazinului văii Dragoşu.

- se stabileşte mijlocul fiecărui segment prin măsurare cu rigla şi se marchează poziţia acestuia;

- se unesc mijloacele segmentelor cu o linie frântă, utilizând acelaşi instrument; mijlocul primului de segment se uneşte cu un punct situat pe cumpăna apelor, obţinut prin prelungire conform configuraţiei curbelor de nivel superioare altimetric cotei izvorului; mijlocul ultimului segment se uneşte cu punctul de vărsare al cursului principal (fig. 26);

- linia obţinută reprezintă lungimea sau mediana bazinului şi se măsoară cu rigla gradată, banda de hârtie, compasul echidistanţier, curbimetrul (fig. 27) etc.;

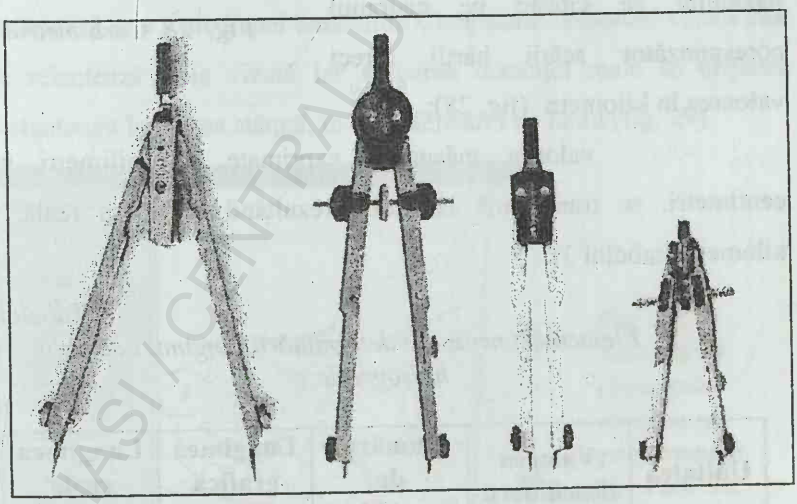


Fig. 27 . Tipuri de compasuri echidistaţiere utilizate în măsurarea lungimilor

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- în cazul utilizării riglei gradate sau a benzii de hârtie se cumulează segmentele componente ale liniei frânte;

- dacă se foloseşte compasul, lungimea grafică este dată de produsul dintre numărul de deschideri contabilizate la parcurgerea liniei şi valoarea unei deschideri; măsurătoarea efectuată cu ajutorul curbimetrului este mult mai rapidă, întrucât după urmărirea lungimii bazinului se citeşte pe cadranul corespunzător scării hărţii direct valoarea în kilometri (fig. 28);

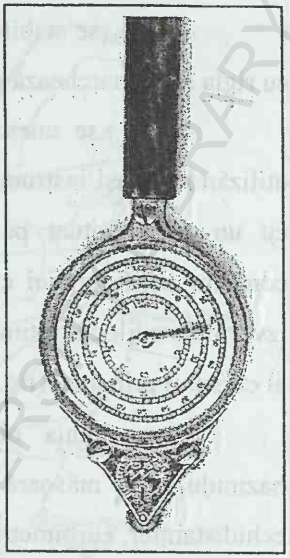


Fig. 28. Curbimetrul.

- valorile măsurate, exprimate în milimetri sau centimetri, se transformă la scară, rezultând lungimea reală, în kilometri (tabelul 3).

Tabelul 3

Elementele necesare determinării lungimii bazinului hidrografic

Unitatea	Valorea deschiderii	Numărul de deschideri	Lungimea grafică (mm)	Lungimea reală (km)
Lungime bazin	3 mm	69	207	10,35

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lățimea medie a bazinului (B_{med} - km) se obține prin raportarea suprafeței reale a bazinului la lungimea acestuia:

$$B_{med} = \frac{F}{L_b}, km \qquad pt.\ bazinul\ Dragoşului\ B_{med} = \frac{33.025}{10.35} = 3{,}19\ km$$

Lățimea maximă (B_{max} - km) se determină prin măsurarea, conform metodologiei anterioare, a perpendicularei pe cursul principal în sectorul de maximă dezvoltare laterală a bazinului şi transformare la scară.

Metodele moderne se bazează pe aceeaşi utilizare a computerului şi a programelor menționate anterior.

În ArcView 3.x se realizează trasarea (în cadrul unei teme de tip *Line*) a unui segment de lățime maximă conform regulilor anterioare, sau a medianei bazinului. Cu ajutorul comenzii *Vertex edit* se selectează linia vizată iar valoarea distanței reale se afişează instantaneu în partea stângă, în baza ferestrei de lucru (fig. 29).

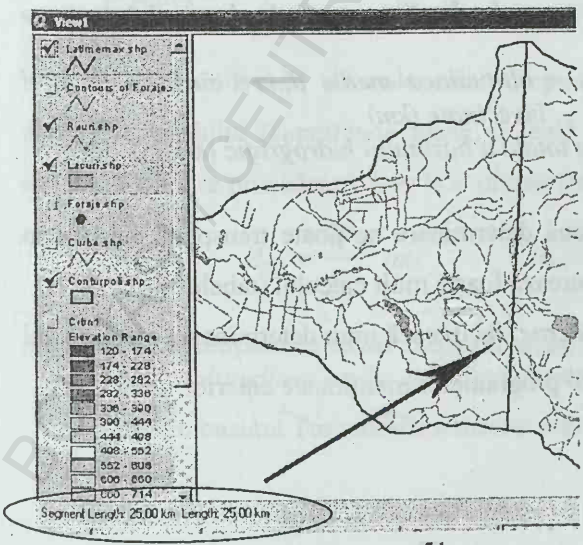


Fig. 29. Măsurarea distanțelor cu ajutorul programului ArcView 3.x.

5.4. Altitudinea medie (H – m), este elementul de bază în realizarea diverselor tipuri de corelații. Numeroşi parametri (debitele lichide, debitele de aluviuni, precipitații etc.) înregistrează evoluții diferite funcție de altitudine.

Metodele clasice permit determinări ale altitudinii medii a bazinului cu diferite grade de precizie.

a) Cea mai simplă determinare, dar şi puțin precisă, este media aritmetică între cotele extreme ale bazinului (cota maximă şi cota minimă):

$$H = \frac{H_{max} + H_{min}}{2},\ m \qquad H = \frac{1200 + 120}{2} = 660\ m$$

b) Un calcul de precizie ține seama de variațiile altitudinale ale suprafețelor de pe cuprinsul bazinului.

$$H_m = \frac{f_1.h_1 + f_2.h_2 + ... + f_n.h_n}{F},\ m$$

unde, $f_1, f_2, ... f_n$ = *suprafețele dintre curbele de nivel învecinate* (km^2)

$h_1, h_2, ... h_n$ = *altitudinea medie dintre curbele de nivel învecinate (km)*

F = *suprafața totală a bazinului hidrografic* (km^2)

Varianta a doua determinare se poate transpune sub forma unui tabel, ceea ce uşurează foarte mult calculul (tabelul 4).

Metodele moderne, facilitează mult determinarea elementului analizat grație aplicării programelor menționate anterior.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 4

Elementele necesare determinării altitudinii medii a bazinului hidrografic

Nr. crt.	Intervale de nivel (m)	Suprafața F		Altitudinea medie între curbe (km)	Volum relief (km^3)
		Planimetr. (cm^2)	Reală (km^2)		
1	2303,2-2200	1.7	0.43	2.250	0.96
2	2200-2000	5.7	1.43	2.100	2.99
3	2000-1800	12.1	3.03	1.900	5.75
4	1800-1600	21.8	5.45	1.700	9.27
5	1600-1400	22.1	5.53	1.500	8.29
6	1400-1200	20.7	5.18	1.300	6.73
7	1200-1000	23.8	5.95	1.100	6.55
8	1000-800	6.6	1.65	0.900	1.49
9	800-700	8.6	2.15	0.750	1.61
10	700-600	6.7	1.68	0.650	1.09
11	600-593,4	1.9	0.48	0.597	0.28
		F t =	32.93	W t =	44.99

Hmed =Wt/Ft =	1366 m

Dispunând deja de cele trei componente determinate în debutul capitolului (suprafețele plană și reală – F_p, F_r și volumul reliefului - W) se procedează doar la o simplă împărțire:

$$H_{mp} = \frac{W}{F_p}, \ (m) \qquad H_{mr} = \frac{W}{F_r}, \ (m)$$

unde, H_{mp} = *altitudinea medie calculată după suprafața plană (m)*
H_{mr} = *altitudinea medie calculată după suprafața reală (m)*

Pentru bazinul Tur valorile obținute sunt următoarele:

$$H_{mp} = \frac{178.298}{922,845} = 0,193\ km = 193\ m;$$

$$H_{mr} = \frac{178.298}{931.857} = 0.191\ km = 191\ m$$

5.5. Panta medie (I_{med} – m/km, °), poate fi definită ca diferența de nivel dintre două puncte raportată la proiecția în plan a distanței dintre ele.

Se poate determina pe mai multe căi, rezultatul obținut fiind influențat de precizia metodei aplicate.

Metodele clasice folosesc diferite formule, în aplicarea cărora este necesară folosirea în prealabil a unor instrumente de măsură (riglă gradată, compas echidistanțier sau autoreductor, planimetru polar etc.).

a) Calculul cel mai simplu ce poate fi aplicat în determinarea pantei medii a bazinului se rezumă la raportarea diferenței de nivel dintre cota maximă (H_{max}), situată pe cumpănă în vecinătatea izvorului şi cea minimă (H_{min}) - cota de vărsare, la lungimea bazinului (L_b). Valorile concrete au fost determinate pentru bazinul Turului.

$$I_{med} = \frac{H_{max} - H_{min}}{L_b} \text{ (m/km)},$$

$$I_{med} = \frac{1125 - 120}{60} = 16,75 \text{ m/km}$$

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

b) O altă manieră de calcul ia în considerare aceeaşi diferenţă raportată la rădăcina pătrată din suprafaţa bazinului ($\sqrt{F}$).

$$I_{med} = \frac{H_{max} - H_{min}}{\sqrt{F}} \text{ (m/km)},$$

$$I_{med} = \frac{1125 - 120}{30.37} = 33{,}09 \text{ m/km}$$

c) În cazul în care se solicită o precizie mai mare se aplică următoarea relaţie:

$$I_{med} = \frac{\frac{l_1 + l_2}{2} * h_1 + \frac{l_2 + l_3}{2} * h_2 + \ldots + \frac{l_{n-1} + l_n}{2} * h_n}{F}, \text{ km/km}$$

unde, $l_1, l_2, \ldots l_n$ = *lungimea curbelor de nivel (km)*
$h_1, h_2, \ldots h_n$ = *diferenţa de nivel dintre curbele învecinate (km)*
F = *suprafaţa totală a bazinului hidrografic (km²)*

Ecuaţia poate fi dezvoltată şi tabelar, în vederea facilitării modului de calcul (tabelul 5).

Metodele moderne, oferă un stadiu avansat în obţinerea valorilor pantei medii pe bazin, întrucât rezultatul final este mult mai mult decât o simplă valoare, realizându-se harta pantelor pe bazin.

În realizarea acesteia trebuie parcurse câteva etape:

- se porneşte de la alegerea temelor (contur bazin, ape, model plan de relief), după care se trece la parcurgerea opţiunilor de lucru (fig. 30);

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 5

Elementele necesare determinării pantei medii a bazinului hidrografic

Nr crt.	Valoarea curbei de nivel (m)	Lungimea curbei de nivel (km)	Semisuma lungimii curbelor de nivel (km)	Diferența dintre curbele de nivel (km)	Produs P
1	2303.2	0	0.75	0.1032	0.0774
2	2200	1.5	2.65	0.2	0.53
3	2000	3.8	5.4	0.2	1.08
4	1800	7	8.5	0.2	1.7
5	1600	10	9.35	0.2	1.87
6	1400	8.7	11.35	0.2	2.27
7	1200	14	12.35	0.2	2.47
8	1000	10.7	8.75	0.2	1.75
9	800	6.8	5.8	0.1	0.58
10	700	4.8	3.3	0.1	0.33
11	600	1.8	0.9	0.006	0.0054
12	593.4	0			
				Sum (P) =	**12.6628**

Imed =Sum(P)/Ft =	**383 m/km**

Fb=	**33.025**

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

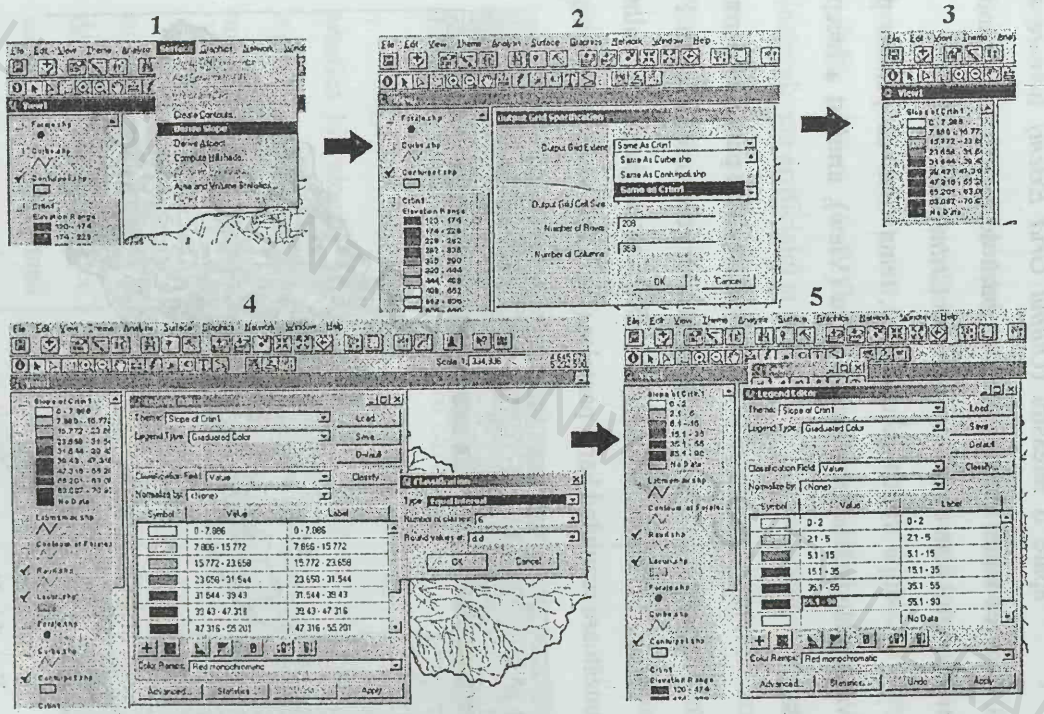


Fig. 30. Etapele realizării hărții pantelor pentru bazinul râului Tur cu programul ArcView 3.x.

- selectând ultima temă menționată, în meniul *Surface* se alege opțiunea *Derive slope*;

- apare o fereastră (*Output Grid Extent)* în care se solicită alegerea temei care servește ca bază de lucru pentru pante, respectiv modelul plan de relief - *Same As Crtin1*;

- după validarea comenzii, tema *Grid* cu pantele pe bazin va fi adăugată la fereastra de lucru (View), urmând a începe ajustarea ei;

- se alege o altă structură a claselor de pante conformă cu metodologia utilizată în prelucrarea hărților geomorfologice (0-2°; 2,1-5°; 5,1-15°; 15,1-35°; 35,1-55°; >55°) și o gamă de culori corespunzătoare rezultând harta pantelor (fig. 31);

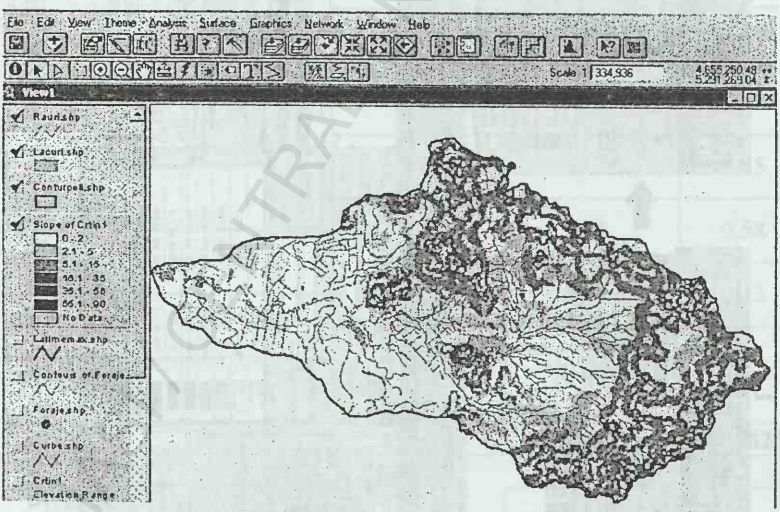


Fig. 31. Harta pantelor în bazinul hidrografic Tur.

- varianta de hartă inserabilă în text se obține abia după crearea imaginii finale în *Layout* unde se adaugă orientarea, legenda, scara etc.

6. Elementele morfometrice ale rețelei hidrografice

Totalitatea unităților hidrografice curgătoare temporare și permanente, existente într-un bazin de recepție (rigole, ravene, ogașe, torenți, pârâuri, râuri, fluvii) la care se adaugă unitățile lacustre (naturale sau artificiale) și mlaștinile formează *rețeaua hidrografică* a unui bazin. Rețeaua, ca și bazinul hidrografic, este caracterizată de o serie de elemente morfometrice, a căror analiză și interpretare vin să diversifice, să completeze studiile hidrologice în activitatea de gospodărire a apelor.

6.1. Schema hidrografică a rețelei, este o reprezentare sistematizată, la scară, a rețelei hidrografice, în scopul creerii unei imagini sintetice asupra organizării bazinului.

Schema sau schița hidrografică sunt frecvent utilizate în practica hidrologică la diferite calcule, prognoze etc., precum și în ingineria hidrotehnică, în vederea întocmirii unor planuri de situație, urmărirea comportării instalațiilor hidrotehnice etc (fig. 32).

Pentru crearea schemei se reprezintă o dreaptă orizontală ce constituie lungimea cursului principal, redusă la scară.

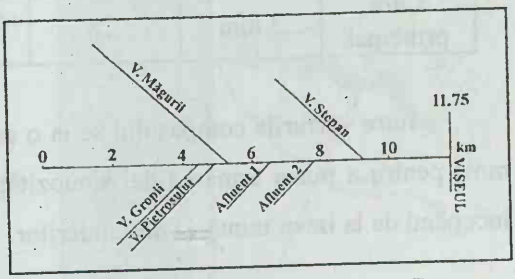


Fig. 32. Schema hidrografică a Văii Dragoșu.

Aceasta se divizează, în kilometri de la izvor spre vărsare, notându-se şi altitudinea cotelor extreme.

De-o parte şi de alta a dreptei se trasează sub un unghi luat arbitrar afluenţii, marcându-se pe linie denumirea şi lungimea lor. Pe schemă se adaugă şi localităţile principale, amenajările hidrotehnice şi posturile hidrometrice.

6.2. Lungimea râului, reprezintă distanţa măsurată pe cursul de apă de la izvor la vărsarea acestuia.

Instrumentele de măsură sunt identice cu cele de la lungimea bazinului hidrografic (banda de hârtie milimetrică, compase echidistanţier şi autoreductor, curbimetru etc.).

Pentru a facilita desfăşurarea operaţiunii, în cazul utilizării compasului echidistanţier se construieşte acelaşi model de tabel ca şi la lungimea bazinului (fig. 26).

Tabelul 6

Elementele necesare determinării lungimii cursului principal

Unitatea	Valorea deschiderii	Numărul de deschideri	Lungimea grafică (mm)	Lungimea reală (km)
Curs principal	3 mm	78	234	11,7

Între vârfurile compasului se ia o deschidere cât mai mică (2 mm) pentru a putea urmări fidel sinuozităţile râului şi se cuantifică începând de la izvor numărul deschiderilor.

BCU IAŞI (CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY)

Lungimea grafică a râului va fi dată de produsul dintre valoarea deschiderii şi numărul total al acestora. Lungimea reală se obţine prin transformare la scara hărţii de lucru.

La utilizarea curbimetrului, se urmăreşte cu rotiţa zimţată cursul pe hartă, după ce în prealabil acul cadranului a fost adus la 0. În final se citeşte pe cadranul corespunzător scării hărţii direct lungimea reală a râului (km) – exemplu 11,5 km la scara 1:50 000.

Metodele moderne se bazează pe aceeaşi utilizare a computerului şi a programelor menţionate anterior.

În ArcView 3.x se selectează pe rând (comanda *Vertex Edit)* toate segmentele aferente râului obţinute prin digitizare. Valoarea reală a lungimii fiecărui segment este afişată instantaneu în colţul din stânga al ferestrei de lucru a programului. Pentru lungimea totală se cumulează valorile parţiale (fig. 33).

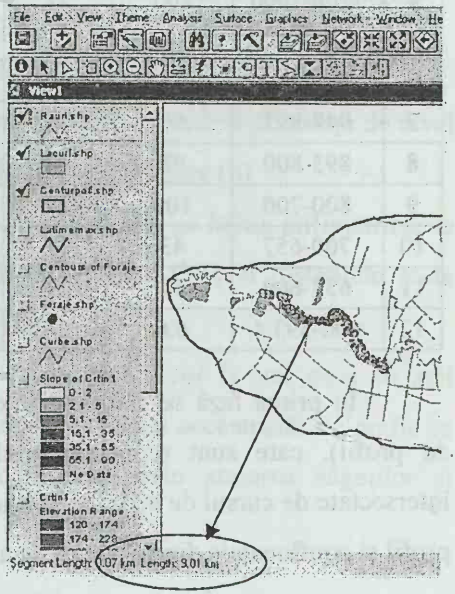


Fig. 33 . Determinarea lungimii segmentelor cursului principal (ArcView 3.x)

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

6.3. Profilul longitudinal al râului, este reprezentarea grafică a variației altitudinii punctelor râului cu lungimea măsurată pe firul apei, de la izvor la vărsare. Graficul pune în evidență variația pantelor de-a lungul râului.

Metoda clasică constă în construirea unui tabel în care se înscriu elementele necesare reprezentării profilului (tabelul 7).

Tabelul 7

Elementele profilului longitudinal și determinarea pantei pe sectoare

Nr. crt.	Interval de altitudine (m)	Diferența de nivel pe interval (m) a	Distanța de la izvor			Panta I = a / b (m/km)
			Pe sector		Cumulată (km)	
			Grafică (mm)	Reală (km) b		
1	1800-1600	200	21	1.05	1.05	190
2	1600-1400	200	28	1.4	2.45	143
3	1400-1200	200	9	0.45	2.9	444
4	1200-1000	200	27	1.35	4.25	148
5	1000-985	15	3	0.15	4.4	100
6	985-949	36	9	0.45	4.85	80
7	949-893	56	9	0.45	5.3	124
8	893-800	93	18	0.9	6.2	103
9	800-700	100	39	1.95	8.15	51
10	700-657	43	21	1.05	9.2	41
11	657-600	57	27	1.35	10.55	42
12	600-593.4	6.6	24	1.2	11.75	6

În prima fază se stabilesc intervalele de altitudine (punctele de profil), care sunt reprezentate de valorile curbelor de nivel intersectate de cursul de apă. De asemenea, se consideră ca puncte de profil și confluențele dintre cursul de apă și afluenți (fig. 34).

Se determină diferența de nivel pe interval luând în considerare limitele acestuia (se face diferența dintre cota superioară și cea inferioară).

Se măsoară cu compasul distanțele grafice aferente cursului de apă, în limitele fiecărui interval, după care acestea se transformă în valori reale (km).

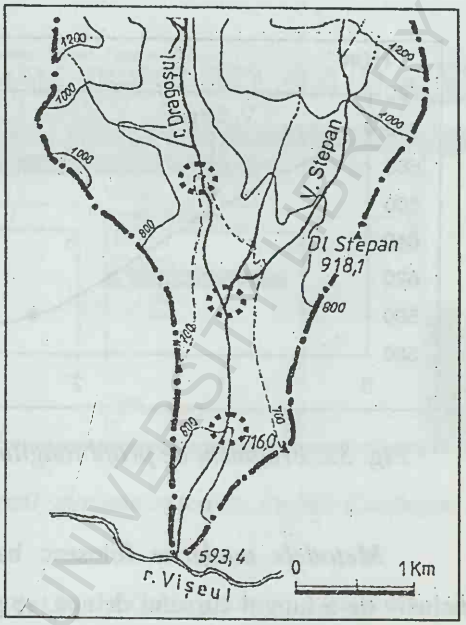


Fig. 34. Selectarea punctelor de profil longitudinal – cazul râului Dragoşu.

Se cumulează distanțele reale începând de la izvor.

Se determină pantele pe sectoare raportând diferența de nivel pe interval (a) la lungimea reală corespunzătoare (b).

La reprezentarea grafică a profilului pe hârtia milimetrică, se utilizează valorile curbelor de nivel (axa OY) și distanțele reale cumulate de la izvor (axa OX) (fig. 35).

Cu cât valorile pantelor pe sector vor fi mai mari cu atât înclinarea liniei de profil pe grafic va fi mai accentuată. Pe grafic se vor marca și punctele de confluență prin atașarea săgeților și denumirilor corespunzătoare.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

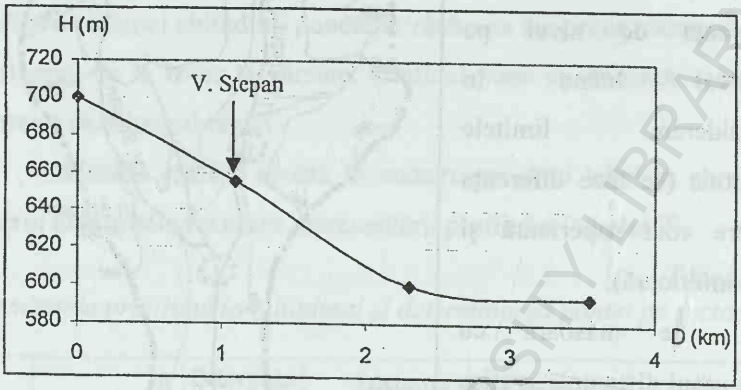


Fig. 35. Fragment de profil longitudinal pe râul Dragoşu.

Metodele moderne folosesc baza digitală creată. Pantele, inclusiv de-a lungul cursului de apă, se pot citi şi interpreta direct de pe harta elaborată la subcapitolul precedent (fig. 31).

Pentru trasarea profilului longitudinal de-a lungul râului se foloseşte o extensie *(Profile Extractor)* a programului *ArcView 3.x* şi programul *Microsoft Excel* aferent pachetului *Microsoft Office.*

Se alege ca temă de lucru modelul plan de relief (*Tin*) după care se optează pentru extensia *Profile Extractor* (fig. 36).

Prin accesarea comenzii menţionate *(PE)* se deschide o fereastră care solicită salvarea fişierului cu profilul, ce urmează a fi creat, într-un anumit director.

De preferinţă se alege directorul în care a fost editat întregul proiect ArcView.

BCU "ASTRA" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

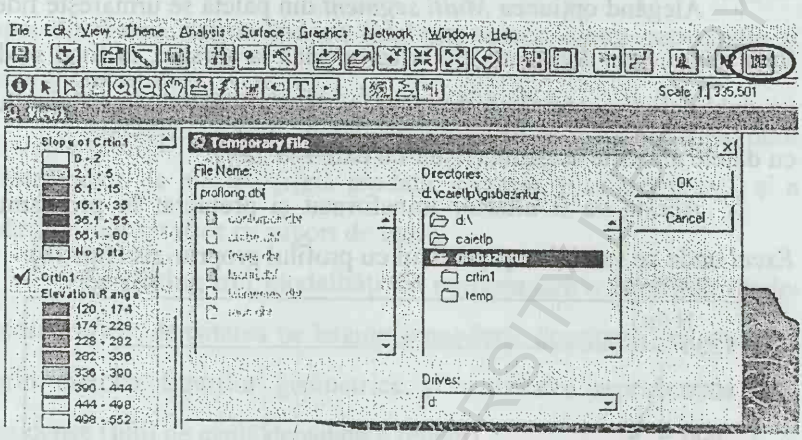


Fig. 36 . Accesarea comenzii aferente extensiei Profile Extractor.

După salvarea fisierului se deschide automat o nouă fereastră cu paleta de opțiuni de execuție a profilului (fig. 37).

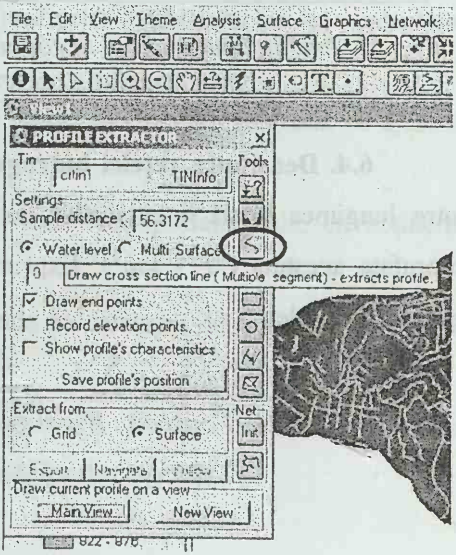


Fig. 37. Selectarea tipului de profil din paleta de opțiuni (Draw cross section line – Multiple segment).

BCU IASI CENTRALA UNIVERSITARA

Alegând opțiunea *Multi segment* din paletă se urmărește fidel linia râului, prin digitizare, de la izvor până la vărsare; la final se dă un dublu click pentru închiderea liniei de profil și salvarea fișierului cu datele aferente acestuia (fișier cu extensia *.dbf*).

Acesta va fi ulterior transformat și prelucrat în programul *Excel* unde se va obține și graficul cu profilul propriu-zis (fig. 38).

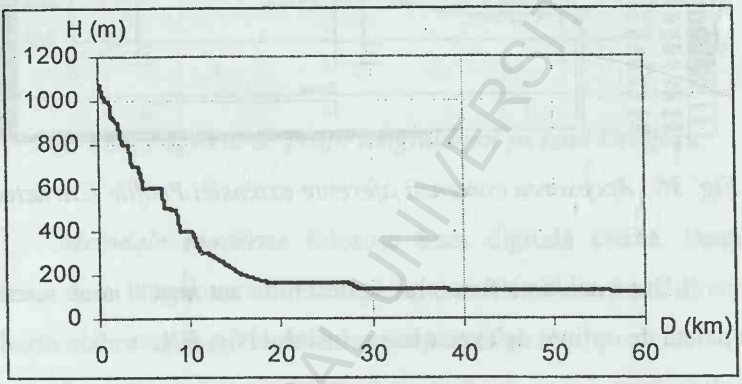


Fig. 38. Profilul longitudinal al râului Tur obținut prin utilizarea programelor ArcView și Excel.

6.4. Densitatea rețelei hidrografice, se determină ca raport între lungimea totală a cursurilor de apă din bazin (L - km) și suprafața acestuia (F - km^2). Exprimarea matematică se face cu ajutorul formulei:

$$D = \frac{\sum L}{F}, \ (km/km^2).$$

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Acest element permite o apreciere calitativă asupra scurgerii apei din bazin, exprimând cu fidelitate relația dintre petrografie și energia reliefului.

Metodele clasice. În aplicarea lor este necesară folosirea unor instrumente de măsură (riglă gradată, compas, planimetru etc.) și a hărților hidrografice ca suport de lucru.

Se disting trei modalități de reprezentare a densității rețelei hidrografice: densitatea pe bazine secundare, densitatea reprezentată prin metoda figurilor geometrice și densitatea reprezentată prin izodense (linii de egală densitate a rețelei).

a) Densitatea pe bazine secundare (fig. 39), presupune mai multe etape:

- delimitarea subbazinelor prin trasarea cumpenelor de ape aferente, urmărind inflexiunile curbelor de nivel;

- planimetrarea suprafețelor subbazinelor și calcularea valorilor reale;

- măsurarea lungimii rețelei din fiecare subbazin cu ajutorul compasului sau curbimetrului;

- raportarea lungimii reale la suprafața reală, cu obținerea densității;

- stabilirea unei legende pe categorii de densitate, funcție de ecartul de valori rezultat;

- colorarea sau haşurarea fiecărui subbazin conform încadrării sale pe paleta densităților din legendă.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

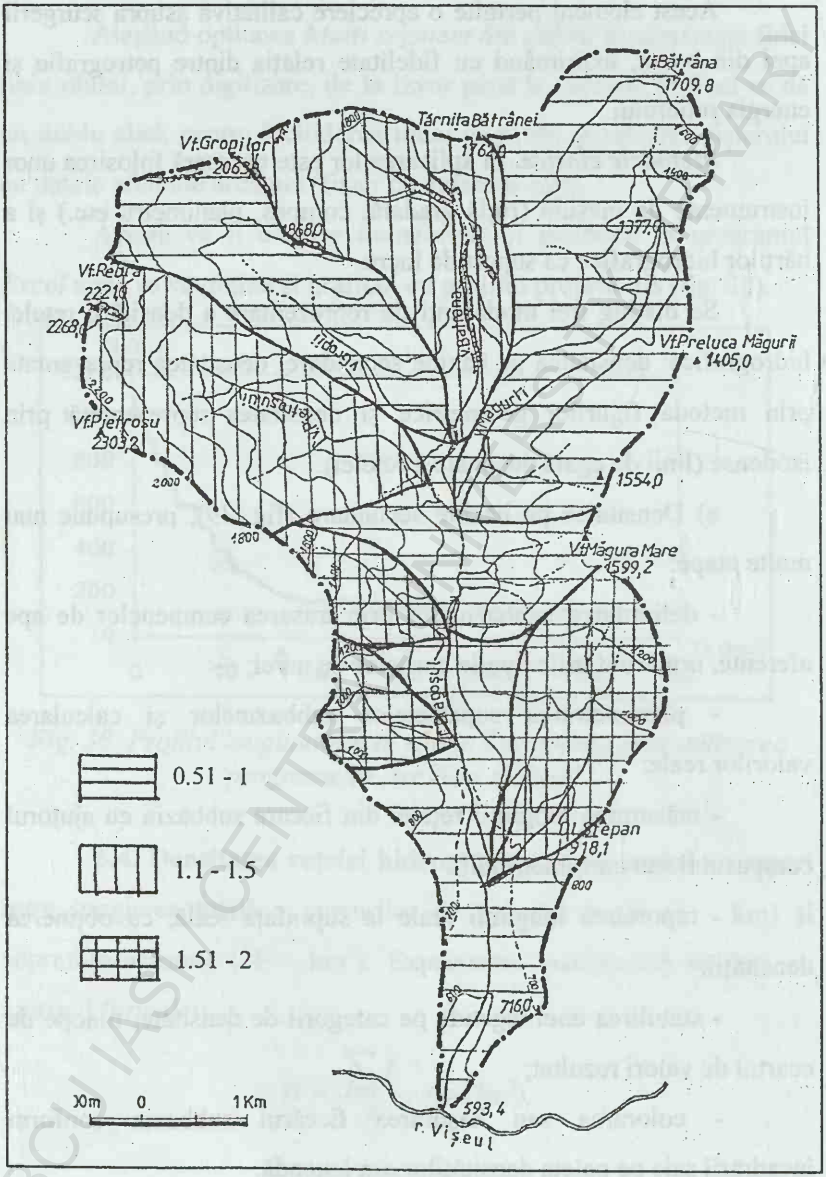


Fig. 39. Densitatea rețelei hidrografice pe bazine secundare - Bazinul Dragoșului

b) Determinarea densității rețelei hidrografice prin metoda figurilor geometrice (in cazul de față pătrate), rezidă în suprapunerea sau configurarea unui caroiaj peste harta bazinului. Se preferă figuri cu suprafețe cât mai mici, dar vizibile, pentru o mai bună detaliere (fig. 40).

Se determină suprafața și lungimile cursurilor de apă pentru fiecare figură, după modelul anterior. Prin raportarea celor două se obține densitatea aferentă.

Se constituie o legendă a densităților, pe baza căreia se vor haşura sau colora diferit fiecare dintre figuri, conform încadrării lor pe paleta densității. Valorilor reduse ale densității le vor fi asociate haşuri cu o încărcătură slabă sau culori deschise, în timp ce valorilor ridicate le vor corespunde haşuri intense şi culori cât mai închise. Trecerea de la o nuanță la alta se va face progresiv.

c) Determinarea densității rețelei prin izodense (fig. 41) se poate realiza plecând de la metoda figurilor geometrice. În acest sens, după aflarea densității din fiecare figură, se înscrie valoarea acesteia lângă punctul de centru al figurii.

După analizarea ecartului de densitate, între valorile înscrise, se stabilesc valori întregi ale densității, care vor costitui valorile izodenselor.

Găsirea poziției acestor puncte de izodensă se realizează prin interpolare între centrele de greutate existente. În final, punctele cu aceeaşi valoare întreagă se unesc între ele cu o linie curbă, rezultând

izodensele; acestea din urmă nu se pot intersecta între ele, având o repartiție asemănătoare curbelor de nivel.

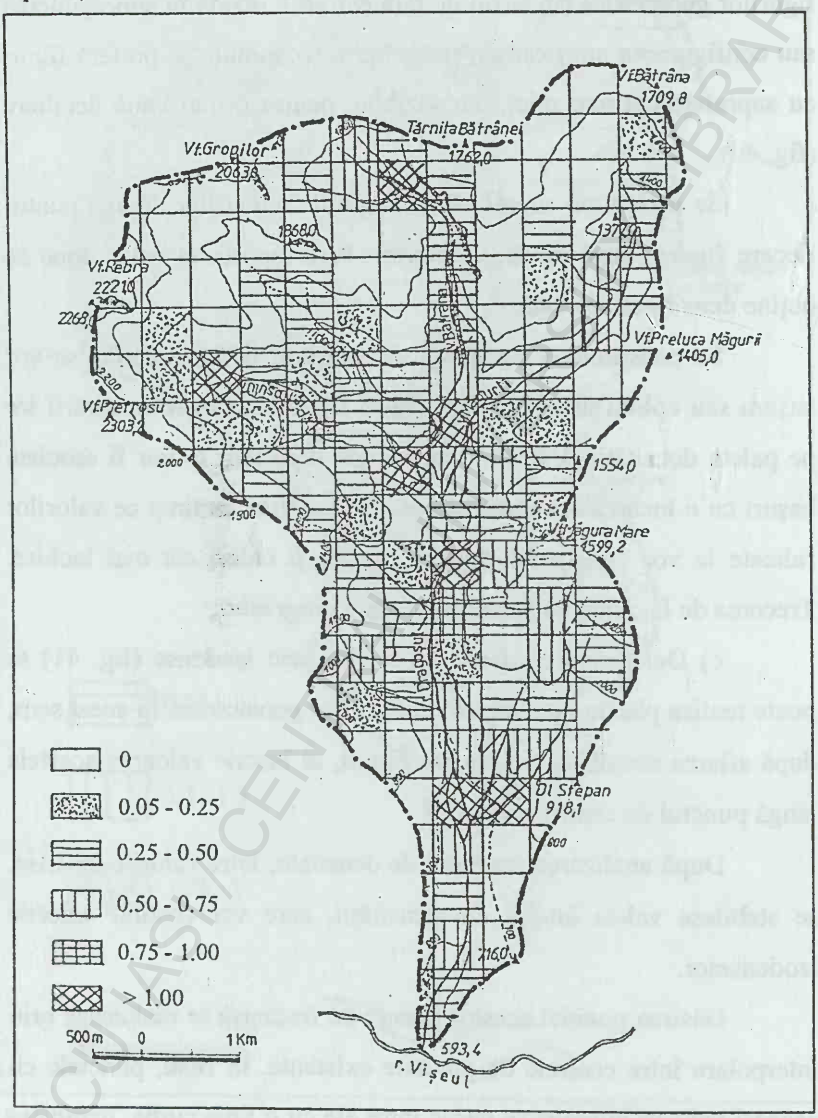


Fig. 40. Densitatea rețelei hidrografice obținută prin metoda figurilor geometrice - bazinul Dragoșului

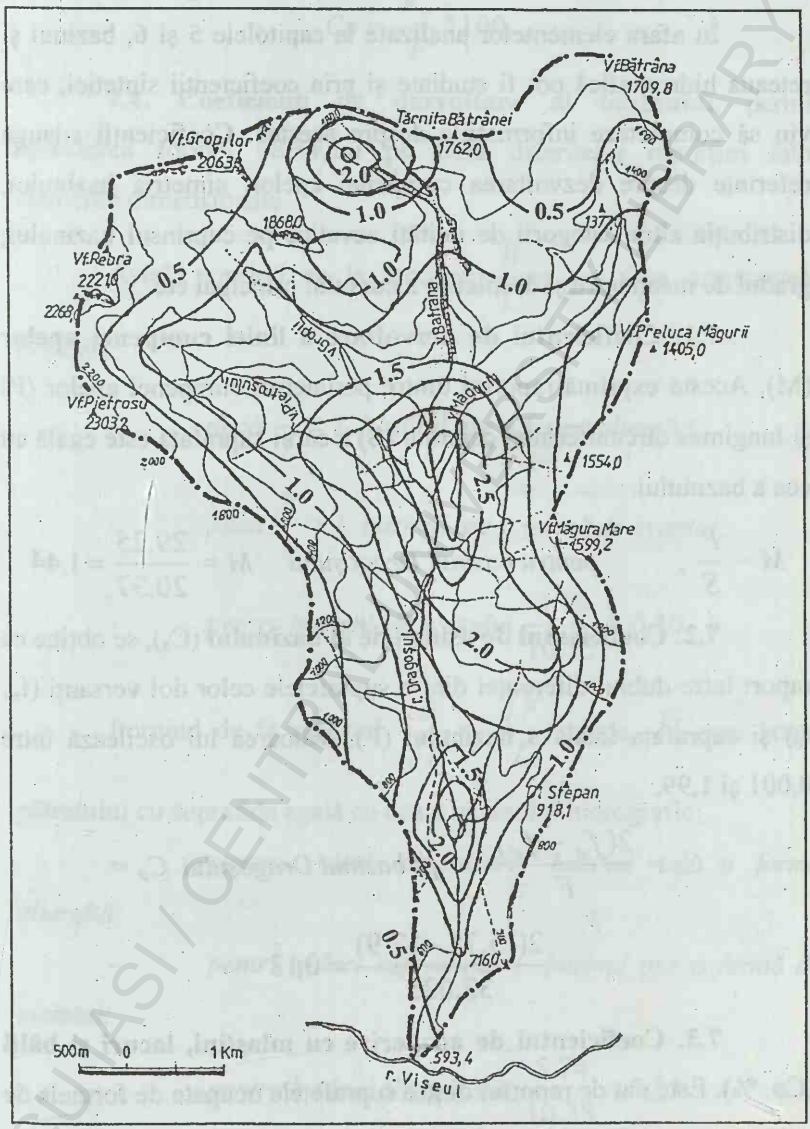


Fig. 41. Densitatea rețelei hidrografice obținută prin metoda izodenselor – bazinul Dragoșului

BCU IAȘI / CENTRU DE CERCETĂRI LIBRARY

7. Coeficienții sintetici ai bazinului și rețelei hidrografice

În afara elementelor analizate la capitolele 5 și 6, bazinul și rețeaua hidrografică pot fi studiate și prin coeficienții sintetici, care vin să completeze informațiile despre acestea. Coeficienții adaugă referințe despre dezvoltarea cumpenei apelor, simetria bazinului, distribuția altor categorii de unități acvatice pe cuprinsul bazinului, gradul de meandrare și despletire a cursului principal etc.

7.1. Coeficientul de dezvoltare a liniei cumpenei apelor (M). Acesta exprimă raportul dintre perimetrul cumpenei apelor (P) și lungimea circumferinței cercului (S) a cărui suprafață este egală cu cea a bazinului.

$$M = \frac{P}{S}, \qquad \textit{pentru bazinul Dragoșului} \quad M = \frac{29.25}{20.37} = 1{,}44$$

7.2. Coeficientul de asimetrie al bazinului (C_a), se obține ca raport între dublul diferenței dintre suprafețele celor doi versanți (f_{st}, f_d) și suprafața totală a bazinului (F). Valoarea lui oscilează între 0,001 și 1,99.

$$C_a = \frac{2(f_{st} - f_d)}{F} \qquad \textit{pt bazinul Dragoșului } C_a =$$

$$\frac{2(15.75 - 17.9)}{33.025} = 0{,}13$$

7.3. Coeficientul de acoperire cu mlaștini, lacuri și bălți (Cp, %). Este dat de raportul dintre suprafețele ocupate de formele de stagnare a apei (F_p) și suprafața totală a bazinului (F).

$$Cp = \frac{F_p}{F} * 100$$

7.4. Coeficienți de dezvoltare ai bazinului, permit aprecierea formei bazinului pe baza diferitelor raporturi între elemente dimensionale.

Asfel, pornind de la raportul $\frac{B}{L}$ se pot face următoarele evaluări:

- *dacă* $\frac{B}{L} < 1$, *bazinul are o formă alungită;*
- *dacă* $\frac{B}{L} > 1$, *bazinul are o formă de evantai;*
- *pentru bazinul Dragoşului* $\frac{3.19}{10.35} = 0,30$

Pornind de la raportul $\frac{B}{\sqrt{F}} = \frac{\sqrt{F}}{L}$, unde $\sqrt{F}$ este latura pătratului cu suprafața egală cu cea a bazinului hidrografic:

- *pentru valori subunitare, bazinul are o formă alungită;*
- *pentru valori supraunitare, bazinul are o formă de evantai;*
- *pentru bazinul Dragoşului* $\frac{5.74}{10.35} = 0,55$

Cunoaşterea acestor coeficienți permite aprecierea legităților de propagare şi dezvoltare a undelor de viitură de-a lungul râului.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

7.5. Graficele sintetice ale suprafeței bazinului, oferă informații asupra modului de repartiție a suprafețelor versanților și a celor aferente afluenților, asupra gradului de creștere a suprafeței totale a bazinului de la izvoare la vărsare, sau pe diferite trepte de altitudine.

7.5.1. Graficul circular de repartiție a suprafeței bazinului (fig. 42) permite formarea unei imagini de ansamblu asupra modului de repartizare a suprafeței bazinului pe cei doi versanți, pe afluenți și suprafețe interbazinale.

Pentru a putea realiza acest grafic se fac transformări ale suprafețelor amintite în grade sexagesimale pe baza formulei:

$$F° = \frac{f * 360^0}{F}$$

unde, F° - suprafața în grade
f - suprafața subbazinului (interbazinală), km^2
F - suprafața bazinului, km^2

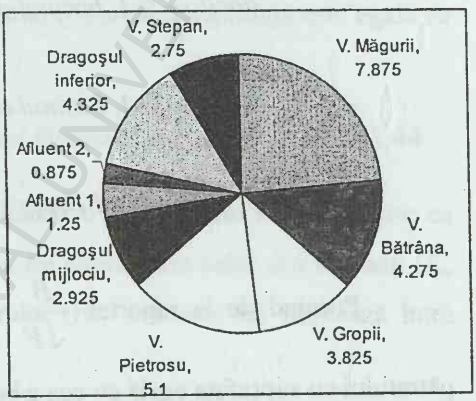


Fig. 42. Graficul circular de repartizare a suprafețelor din bazinul Dragoşului.

7.5.2. Graficul de creştere a bazinului în raport cu lungimea râurilor ne oferă o imagine sugestivă a modului de creștere progresivă a suprafeței, funcție de lungimea râului.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

La realizarea graficului trebuie determinate distanțele de la vărsare până la fiecare confluență și suprafețele celor doi versanți (fig. 43).

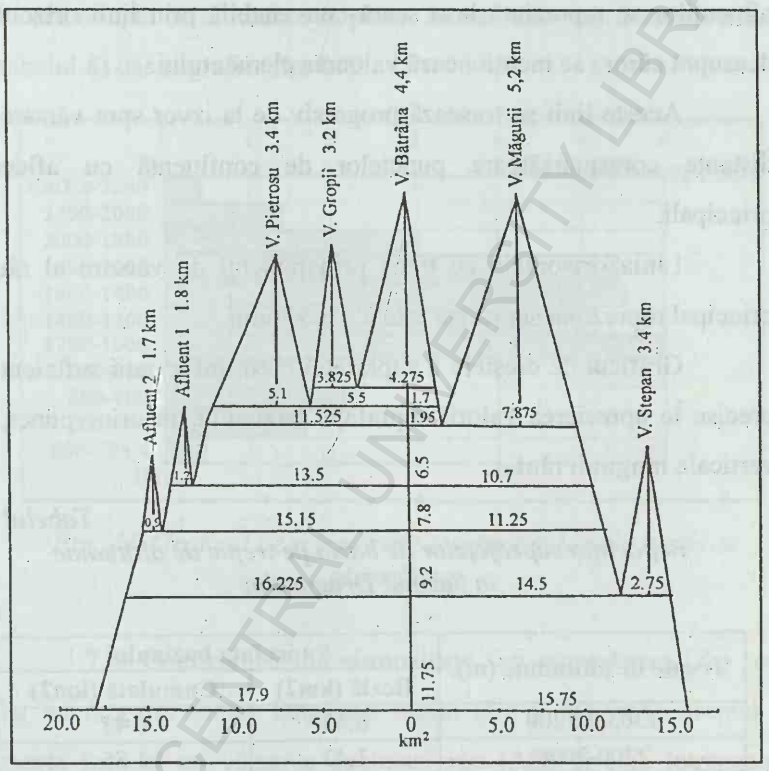


Fig. 43. Graficul de creștere a bazinului cu lungimea cursului principal – bazinul Dragoșului.

Se aleg două axe rectangulare în care pe ordonată vor fi reprezentate valorile lungimii, iar pe abscisă valorile suprafețelor. Lungimea cursului principal se reprezintă printr-o linie verticală

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

proporțională cu scara de lucru. Tot prin linii verticale se reprezintă și lungimea afluenților.

Suprafața bazinului cursului principal și suprafețele afluenților se reprezintă la o scară convenabilă prin linii orizontale deasupra cărora se menționează valoarea elementului.

Aceste linii se trasează progresiv de la izvor spre vărsare, la distanțe corespunzătoare punctelor de confluență cu afluenții principali.

Linia orizontală ce trece prin punctul de vărsare al râului principal reprezintă suprafața totală a bazinului.

Graficul de creștere a suprafeței oferă informații suficient de precise în aprecierea valorii suprafeței bazinului, în orice punct, pe verticala lungimii râului.

Tabelul 8

Repartiția suprafețelor de bazin pe trepte de altitudine în bazinul Dragoșului

Trepte de altitudine (m)	Suprafața bazinului	
	Reală (km2)	Cumulată (km2)
2303,2-2200	0.43	0.43
2200-2000	1.43	1.86
2000-1800	3.03	4.89
1800-1600	5.45	10.34
1600-1400	5.53	15.87
1400-1200	5.18	21.05
1200-1000	5.95	27
1000-800	1.65	28.65
800-700	2.15	30.8
700-600	1.68	32.48
600-593,4	0.48	32.96

7.5.3. Graficul de repartizare a suprafeţelor bazinului pe trepte de altitudine, se construieşte pe baza suprafeţelor de bazin dispuse între curbe de nivel vecine şi a ecarturilor stabilite pentru fiecare treaptă de altitudine în parte. Aceste date pot fi redate tabelar (tabelul 8) dar şi grafic (fig. 44):

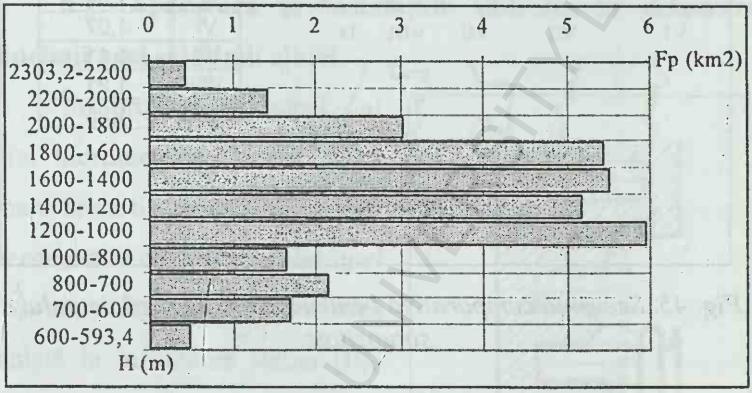


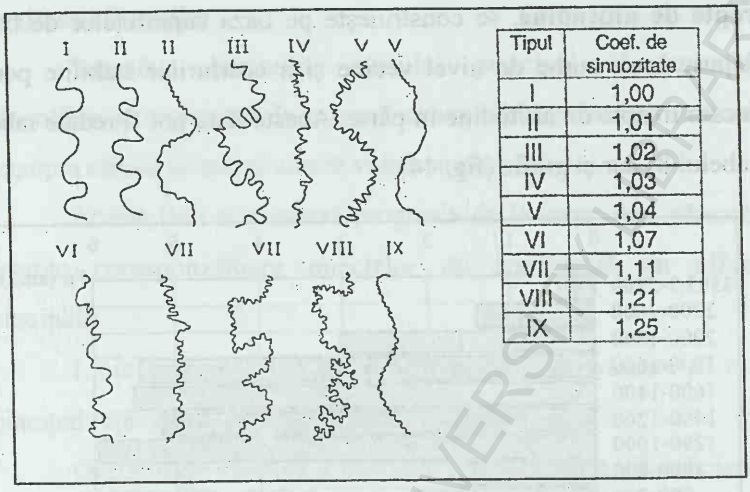
Fig. 44. Graficul de repartizare a suprafeţelor din bazin cu altitudinea.

7.6. Coeficientul de sinuozitate sau **meandrare** (K_s) este dat de raportul dintre lungimea râului (L) şi lungimea dreptei ce uneşte izvorul cu vărsarea aceluiaşi râu (AB) şi este întotdeauna supraunitar.

$$K_s = \frac{L}{AB},$$

$$\textit{pentru bazinul Dragoşului } K_s = \frac{10.35}{9.25} = 1{,}11$$

Valoarea obţinută se va compara cu tipurile de râuri din figura 45.



Tipul	Coef. de sinuozitate
I	1,00
II	1,01
III	1,02
IV	1,03
V	1,04
VI	1,07
VII	1,11
VIII	1,21
IX	1,25

Fig. 45. Secvență comparativă pentru stabilirea coeficientului de sinuozitate.

7.7. Coeficientul de ramificare (K_d) este un element utilizat în analiza râurilor a căror curs se despletește în sectoarele joase din bazinul inferior. Acest coeficient se obține prin raportarea lungimii tuturor brațelor secundare (l_1, l_2, l_3.. l_n) și a cursului principal (L) la lungimea cursului principal (L).

$$K_d = \frac{(l_1 + l_2 + l_3 + ... + l_n) + L}{L}$$

$$pt\ baz\ Dragoşului\ K_d = \frac{0.7 + 10.35}{10.35} = 1{,}06$$

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

8. Profilul transversal al râului este un plan imaginar perpendicular pe axul longitudinal al albiei ce poate fi exprimat grafic prin reprezentarea în plan vertical a distribuției adâncimilor și lățimii. Pentru aceasta este necesară determinarea prealabilă a parametrilor menționați, prin măsurători directe (teren) sau indirecte (planuri etc).

8.1. Aparatura și instalațiile utilizate la măsurarea adâncimii apei și lățimii albiei

În profilul principal, al stației hidrometrice, înainte de a demara orice tip de măsurătoare se procedează la citirea *nivelului apei* (H – cm) la mira hidrometrică instalată la înființarea stației (fig. 46). Unele amplasamente sunt prevăzute și cu instalații de tip limnigraf.

Plăcile de miră se montează pe piloni metalici (izolați sau în scară) fixați în patul albiei, pe construcții hidrotehnice (piloni de poduri, consolidări de maluri, diguri, baraje).

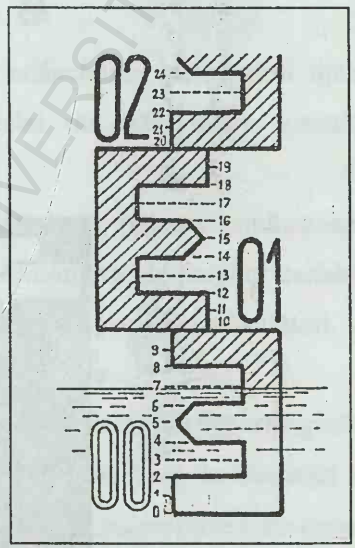


Fig. 46. Fragment din partea inferioară a unei plăcuțe de miră hidrometrică (nivelul apei – H = 7 cm).

Dintre cele mai frecvent utilizate instrumente și aparate în măsurarea adâncimilor pot fi menționate următoarele: tijele metalice

BCU ASE CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

gradate, prăjinile, mirele stadimetrice, sondele de mână, sondele mecanice cu suporți, sondele ultrason (ecosonde) etc (fig. 47).

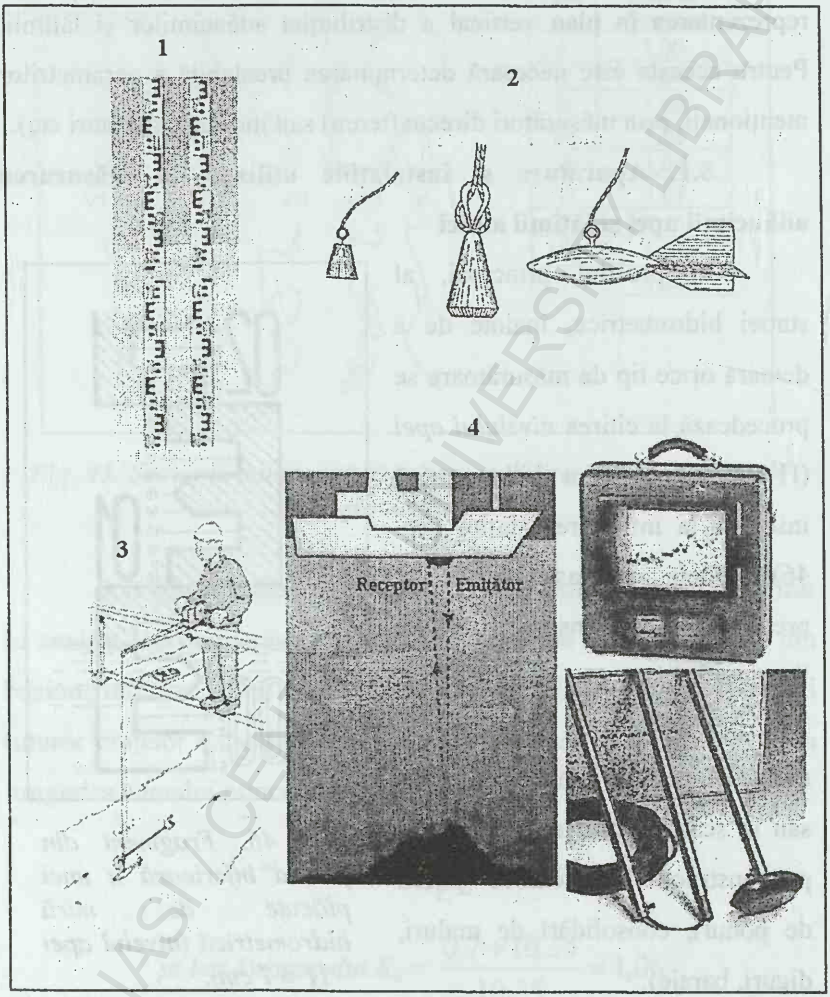


Fig. 47. Instrumente şi aparate pentru măsurarea adâncimii apei. 1, Miră stadimetrică; 2, Sonde de mână; 3, Sondă mecanică şi suport (troliu); 4, Sistem ecosondă (ambarcațiune, aparatul propriu-zis, senzori de emisie-recepție).

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARY LIBRARY IAȘI

Tijele metalice reprezintă segmente de țeavă de Ø = ½ sau ¾ inch (țoli), gradate din 5 în 5 centimetri, cu lungimi între 1 și 1,5 metri. La baza tijei este atașată o talpă de tip disc (Ø = 20 – 25 centimetri) care împiedică ansamblul să se cufunde în patul albiei, mai ales când acesta are o rugozitate mică și este format din nisip și mâl. În cazul în care adâncimile pe profilul de măsurare depășesc lungimea unui segment, se folosește un ansamblu de mai multe segmente, înfiletate între ele.

Operațiunea de măsurare a adâncimilor cu ajutorul tijelor este cel mai frecvent asociată celei de măsurare a vitezelor punctiforme ale apei pe verticală.

Prăjinile reprezintă rigle din lemn (adesea confecționate artizanal) gradate din centimetru în centimetru, de lungimi variabile (max. 4 metri), utilizate mai mult în campanii de măsurători, pe cursuri de apă cu viteze mai reduse de curgere.

Mirele stadimetrice sunt accesorii ale aparatelor topografice (teodolite sau nivele) și se folosesc, mai frecvent, la măsurări de adâncimi în cazul executării unor nivelmente pe profilele transversale ale albiei.

Sondele de mână sunt piese de plumb sau fontă, cu forme hidrodinamice, cu greutăți variabile (0,5 – 20 kg) utilizate în măsurarea adâncimilor atât din ambarcațiuni ancorate cât și de pe instalații fixe (punți, poduri). Ele sunt manevrate manual cu ajutorul unor sfori sau cabluri de oțel gradate, de-a lungul cărora se poate estima adâncimea la coborârea în apă.

BCU IAȘI CENTRALA UNIVERSITARĂ

Sondele mecanice se aseamănă foarte mult cu cele de mână; diferența constă în greutatea mai mare a acestora (până la 100 kilograme) și în modul de manevrare. Ele sunt atașate întotdeauna la trolii fixe dispuse pe stabilimente sigure. Un astfel de troliu se compune dintr-un tambur cu manivelă de acționare, pe care este înfășurat un cablu de oțel, gradat. Pentru lansarea sondei (lestului) la apă cablul rulează pe un scripete atașat ansamblului.

Sistemul ecosondei dă cele mai bune rezultate în măsurare, mai ales în ape cu adâncimi mai mari de 1 metru. Se folosește mai mult la cursurile de apă cu lățimi mari și necesită ghidaj GPS, pentru păstrarea aliniamentului de lucru între cele două maluri. Oferă avantajul citirii totale a patului albiei grație folosirii ultrasunetului cu frecvență foarte ridicată de baleiaj vertical.

Profilul transversal este reprezentat la scară direct pe ecogramă (bandă de hârtie chimică) de unde ulterior pot fi extrase cu ușurință adâncimile (fig. 48).

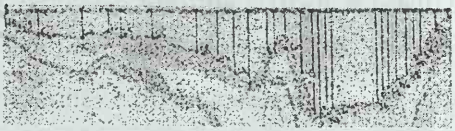


Fig. 48. Profil transversal pe ecogramă – Someșul Cald.

Ansamblul aparaturii se montează într-o ambarcațiune, iar deplasarea de la un mal la altul se va face obligatoriu cu viteză constantă.

Instalațiile și construcțiile asociate operațiunilor de măsurare a adâncimilor sunt: troliu fix cu cablu și lest, căruciorul funicular, portița, ambarcațiunile, punțile hidrometrice etc (fig. 49).

Ele sunt utilizate ca elemente anexe, suport în realizarea măsurătorilor de adâncimi în condițiile în care extinderea spațială a profilului (lățimea şi adâncimea râului) nu permite accesul direct.

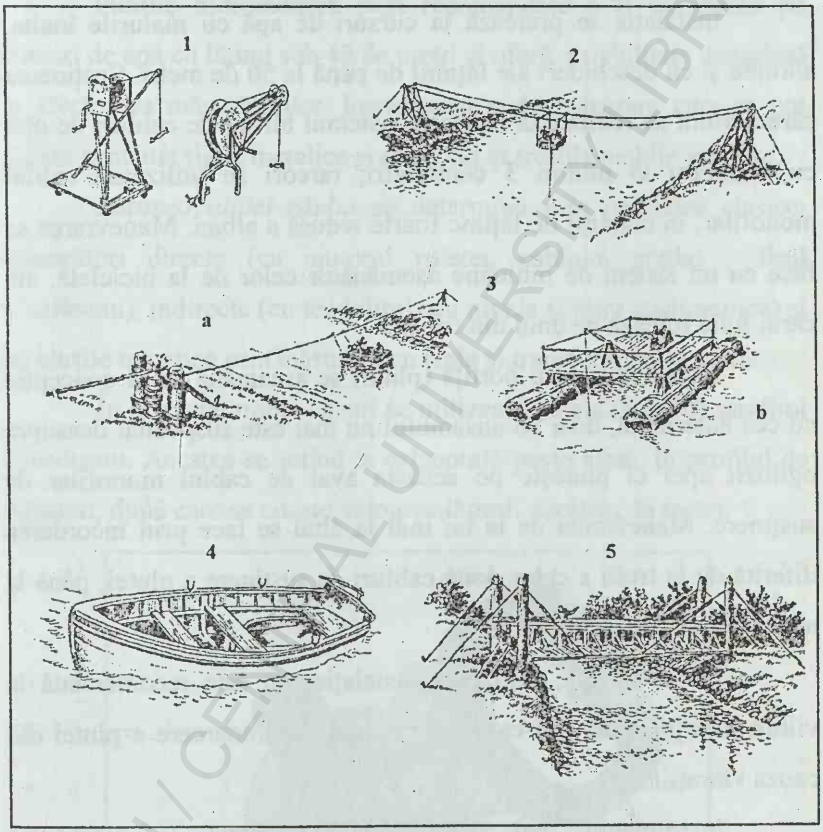


Fig. 49. Instalații şi construcții utilizate la măsurarea adâncimilor apei râurilor. 1, Troliu mobil şi fix; 2, Instalație cărucior funicular; 3, Construcție cablu susținere (a) şi portiță pe flotori metalici (b); 4, Ambarcațiune; 5, Punte hidrometrică.

BCU "Ion Creangă" / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Căruciorul funicular permite accesul deasupra oglinzii apei inclusiv la ape mari; la viituri excepționale se evită utilizarea acestui ansamblu din cauza vitezelor de curgere a apei deosebit de mari.

Instalația se pretează la cursuri de apă cu malurile înalte, abrupte şi cu deschideri ale lățimii de până la 50 de metri. Susținerea căruciorului se realizează folosind sistemul bifilar de cabluri de oțel cu diametru Ø minim 3 centimetri; rareori se utilizează cablul monofilar, în condiții de lățime foarte redusă a albiei. Manevrarea se face cu un sistem de pinioane asemănător celor de la bicicletă, ale cărui fulie rulează pe unul din cabluri.

Instalația pentru portiță (plută) se aseamănă ca şi concepție cu cea anterioară, doar că ansamblul nu mai este suspendat deasupra oglinzii apei ci pluteşte pe aceasta aval de cablul monofilar de susținere. Manevrarea de la un mal la altul se face prin încordarea diferită de la trolii a celor două cabluri de susținere a plutei, până la ajungerea în punctul dorit.

De asemenea, utilizarea instalației nu este recomandată la viituri excepționale, din cauza pericolului de întoarcere a plutei din cauza vibrațiilor.

Instrumentul cel mai frecvent utilizat la măsurarea adâncimilor de pe portiță, ca dealtfel şi în cazul căruciorului funicular, este tija metalică gradată.

Ambarcațiunile sunt utilizate la măsurarea adâncimilor doar atunci când nu există condiții tehnice de realizare a punților sau podurilor peste cursurile de apă. Ele vor fi întotdeauna ancorate în

punctul de lucru, iar măsurarea efectivă se face fie cu tija, fie cu sonda manuală sau pe troliu. Ambarcațiunile sunt indispensabile la măsurătorile efectuate cu ajutorul ecosondei.

Punțile hidrometrice sunt recomandate a fi construite pe cursuri de apă cu lățimi sub 40 de metri şi oferă o stabilitate deosebită la efectuarea măsurătorilor. Instrumentele de măsurare care se pot utiliza sunt atât tijele metalice gradate cât şi troliile mobile sau fixe.

Lățimea albiei râului se determină prin procedee clasice: măsurători directe (cu ajutorul ruletei, cablului gradat – firul Ciurileanu), indirecte (cu teodolitul sau nivela şi mira stadimetrică) şi pe hărțile tematice prin măsurare cu rigla şi transformare la scară.

În cele mai multe cazuri se utilizează ruleta (fig. 50) sau firul Ciurileanu. Acestea se întind la orizontală peste albie, în profilul de măsurat, după care se citeşte valoarea lățimii acesteia, în metri.

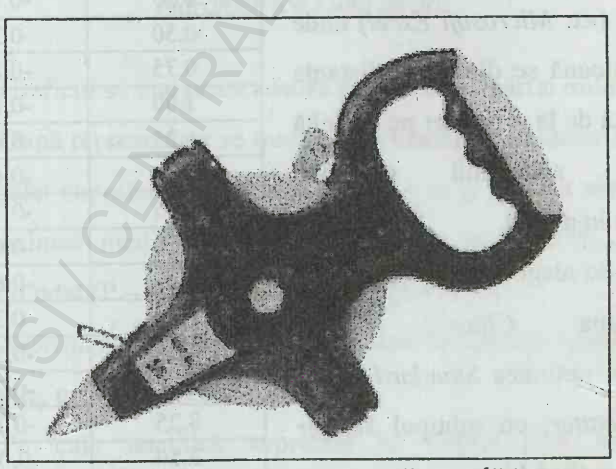


Fig. 50. Instrumente pentru măsurat lățimea albiei – ruleta.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În cazul stațiilor hidrometrice dotate cu instalații de cărucior funicular sau portiță, se procedează la marcarea gradațiilor aferente lățimii albiei direct pe cablul de susținere al acestora. La fel se procedează și în cazul existenței punților hidrometrice sau a unor poduri în profilul de măsurare.

După obținerea parametrului se stabilesc verticalele de sondaj și cele de viteză, funcție de valoarea obținută.

8.2. Reprezentarea grafică a profilului și calcularea elementelor secțiunii transversale

Reprezentarea se face după măsurarea și centralizarea adâncimilor (tabelul 9).

Prelucrarea valorilor se poate realiza într-un program statistic (*ex. Microsoft Excel*) unde pe o coloană se distribuie distanța cumulată de la reper, iar pe cealaltă valorile adâncimii măsurate (ambele în metri).

Se alege tipul de grafic din pictograma *Chart Wizard*, respectiv opțiunea *Standard Types – XY Scatter*, cu subtipul *Scatter with Smoothed Lines*.

Tabelul 9
Adâncimile rezultate în urma ridicării secțiunii transversale

Distanța față de reper (m)	Adâncimea (m)
0.00	0.00
0.25	-0.16
0.50	-0.38
0.75	-0.87
1.00	-0.86
1.25	-0.64
1.50	-0.62
1.75	-0.71
2.00	-0.90
2.25	-0.60
2.50	-0.29
2.75	-0.30
3.00	-0.32
3.25	-0.11
3.50	0.00

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Rezultă graficul din figura 51, a cărui variantă finală se obține după ajustările de rigoare.

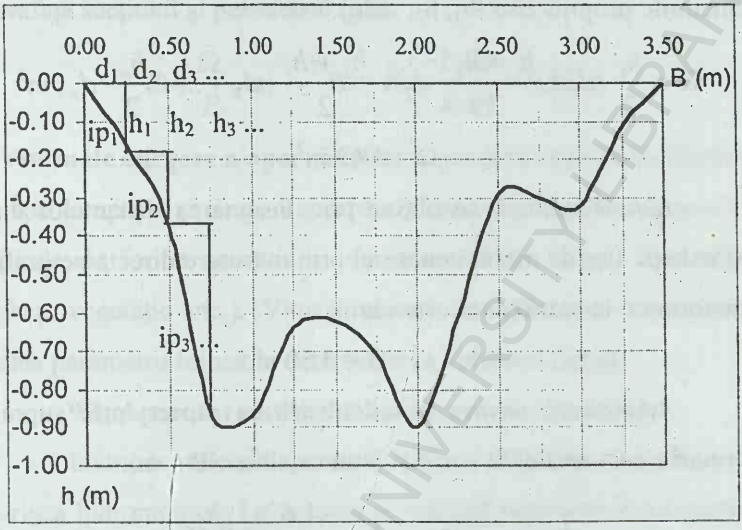


Fig. 51. Model de profil transversal – râul Lonea, stația hidrometrică Luna de Jos.

Graficul se mai poate realiza şi manual pe hârtie milimetrică.

După reprezentare se trece la calcularea elementelor secțiunii transversale: suprafața secțiunii active (Ω – m^2), lățimea albiei (B – m), adâncimea medie (h_m – m), adâncimea maximă (h_{max} – m), perimetrul udat (P – m) şi raza hidraulică (R – m).

Suprafața secțiunii se poate obține fie analitic (prin calcul), fie mecanic, prin planimetrare.

Pe cale analitică suprafața se obține prin însumarea suprafețelor parțiale delimitate de verticalele adâncimilor, oglinda apei şi linia patului albiei. Acestea pot fi considerate ca triunghiuri (la

maluri), dreptunghiuri şi trapeze (în rest), unde înălţimea este dată de distanţa dintre verticalele de sondaj (d_1, d_2 ... d_n), iar bazele de adâncimile propriu-zise (h_1, h_2, ... h_n).

$$\Omega = \frac{h_1}{2} \cdot d_1 + \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot d_2 + \frac{h_2 + h_3}{2} \cdot d_3 + ... + \frac{h_n}{2} \cdot d_n, \text{ m}^2$$

$$\Omega = 1{,}62 \text{ m}^2.$$

Lăţimea albiei, se obţine prin însumarea distanţelor dintre verticale pe fişa de măsurătoare sau prin măsurare directă pe grafic şi transformare la scară (dacă este cazul).

$$B = 3{,}50 \text{ m}.$$

Adâncimea medie, se calculează ca raport între suprafaţa secţiunii transversale ($\Omega - m^2$) şi lăţimea albiei (B – m).

$$h_m = \frac{\Omega}{B}, \text{ m}. \qquad h_m = \frac{1.62}{3.5} = 0{,}46 \text{ m}$$

Adâncimea maximă, se extrage direct din fişa de măsurători sau se măsoară pe grafic cu transformare la scară, dacă este cazul. Ea reprezintă verticala cea mai adâncă din profil.

$$h_{max} = 0{,}90 \text{ m}.$$

Perimetrul udat, reprezintă lungimea liniei patului albiei udată de apa râului între cele două maluri. Se obţine prin însumarea ipotenuzelor (ip_1, ip_2, ip_3 ... ip_n) triunghiurilor dreptunghice conturate de paralelele la distanţele dintre verticale şi diferenţele dintre verticalele de adâncime.

$$P = \sqrt{d_1^2 + h_1^2} + \sqrt{d_2^2 + (h_2 - h_1)^2} + ... + \sqrt{d_n^2 + h_n^2}, \text{ m}.$$

$$P = 4{,}49 \text{ m}.$$

BCU "ASE" - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Raza hidraulică, reprezintă raza cercului de suprafață egală cu suprafața secțiunii transversale și este dată de raportul dintre suprafața secțiunii și perimetrul udat.

$$R = \frac{\Omega}{P}, \text{ m}; \qquad R = R = \frac{1.62}{4.49} = 0{,}36 \text{ m}$$

9. Viteza de curgere a apei râurilor reprezintă deplasarea filoanelor de apă în spațiu și timp. Repartiția vitezelor pe profilul transversal depinde de forma acestuia și de starea râului (liber, fenomen de îngheț, vegetație etc.). Viteza, alături de adâncime, reprezintă al doilea parametru folosit la determinarea debitului lichid.

9.1. Aparatura utilizată la măsurarea vitezei apei

Instrumentele și aparatele clasice utilizate sunt flotorii și morișca hidrometrică. La acestea se adaugă batometrele-tahimetre și dinamometrele (tuburile hidrometrice).

Flotorii de adâncime sunt foarte rar utilizați în măsurarea vitezelor pe cursurile de apă. În schimb, la flotorii de suprafață (fig. 52) se apelează frecvent, îndeosebi atunci când nu sunt îndeplinite condiții de măsurare cu morișca hidrometrică.

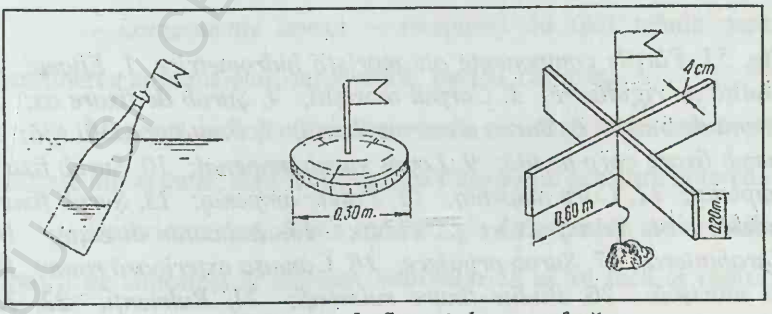


Fig. 52. Tipuri de flotori de suprafață.

Aceştia sunt confecţionaţi de o manieră cât mai simplă, din plăcuţe de lemn, butelii de sticlă sau plastic etc. În situaţii de ape mari sau viituri, pot fi luaţi drept flotori corpuri plutitoare de dimensiuni mai reduse (bucăţi de lemn, sloiuri de gheaţă) iar la ape mici chiar şi frunze.

În cazul flotorilor de sticlă sau butelii din plastic se impune recuperarea lor aval de profilele de măsurare în vederea protejării mediului.

Morişca hidrometrică este un aparat alcătuit din trei componente de bază: elicea, corpul şi ampenajul sau coada (fig. 53).

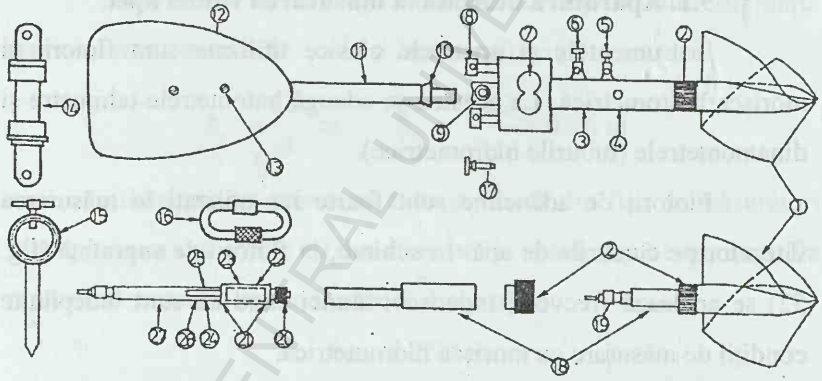


Fig. 53. Părţile componente ale moriştii hidrometrice. 1, Elicea; 2, Piuliţă de rigidizare; 3, Corpul moriştii; 4, Şurub de fixare ax; 5, Borna de masă; 6, Borna electroizolantă; 7, Fantă gradaţii tijă; 8, Şurub fixare corp pe tijă; 9, Locaş şurub ampenaj; 10, Şurub fixare ampenaj; 11, Corp ampenaj; 12, Palete ampenaj; 13, Şurub fixare paletă; 14, Vârtej fixare pe cablu; 15, Indicator direcţie; 16, Carabinieră; 17, Şurub prindere; 18, Cămaşa exterioară rotor; 19, Ax morişcă; 20, Piuliţe fixare rulmenţi; 21, Rulmenţi; 22, 23, Distanţiere; 24, Rotiţă dinţată contact; 25, Rotiţă plastic cu ştift; 26, Ac de contact; 27, Axul moriştii – detaliu.

Elicea moriştii are rolul de a transforma mişcarea liniară a filoanelor de apă în mişcare circulară, transmisă rotorului. În interiorul cămăşii externe a acestuia, pinionul ataşat converteşte rotaţiile elicei în impulsuri electrice, prin închiderea unui circuit între borna de masă şi borna electroizolantă.

Corpul moriştii are un dublu rol: de susţinere şi manevrare a întregului ansamblu al moriştii pe tijă; de asamblare a componentelor aparatului (elice şi ampenaj).

Ampenajul moriştii are rolul de a orienta aparatul contrar direcţiei de curgere a apei, respectiv cu elicea spre amonte.

Ca elemente accesorii la morişcă, sunt ataşate:

- o sonerie (şi un beculeţ) şi un conductor electric pentru semnalizarea impulsurilor date prin închiderea contactului la pinionul din interiorul rotorului elicei;

- un cronometru sau secundometru ce permite corelarea în timp a impulsurilor date de sonerie;

- tija gradată cu cablu de oţel, utilizată şi la măsurarea adâncimilor, pentru manevrarea moriştii pe verticală;

- componente anexe – recipienţi cu ulei tehnic pentru întreţinerea angrenajelor, şurubelniţă, baterii, cârpe etc.

Morişca hidrometrică împreună cu elementele anexă sunt păstrate într-o cutie, care facilitează şi transportul acestora în teren.

Descrierea completă a modului de determinare a vitezelor cu flotorii de suprafaţă şi morişca hidrometrică se va face la capitolul referitor la măsurătorile de debit lichid.

9.2. Construirea epurei vitezelor şi trasarea izotahelor

Epura vitezelor este o suprafață grafică dată de reprezentarea vectorilor de viteze punctiforme funcție de adâncimea verticalei de sondaj. Obținerea valorilor vitezelor pe verticală se face după o metodologie tip explicată în detaliu la capitolul următor.

Valorile se reprezintă la scară, pe hârtie milimetrică sau pe calculator, într-un sistem de coordonate X,Y; pe verticală se trec valorile adâncimii iar pe orizontală cele ale vitezei (fig. 54).

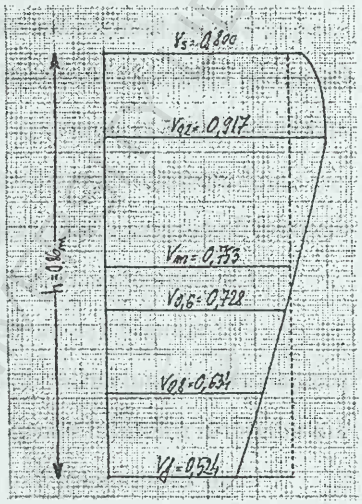


Fig. 54. Epura vitezelor.

După calcularea vitezei medii pe verticală (pe epură) prin oricare dintre metode, se procedează la figurarea acesteia pe grafic la mijlocul adâncimii reprezentate.

Izotahele sunt linii care unesc punctele cu aceeaşi valoare a vitezei de curgere a apei râurilor în profil transversal. Trasarea lor presupune parcurgerea câtorva etape (fig. 55):

- se reprezintă la scară componente ale profilului transversal al albiei (lățime, verticalele de adâncime şi perimetrul udat);
- se marchează uşor cu creionul, pe verticale, valorile vitezelor punctiforme conform repartiției lor cu adâncimea;

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ

- se aleg valorile de izotahe, după analizarea ecartului de viteze existent (0 – 0,917 m/s), alegându-se o echidistanță de 0,1 m/s;

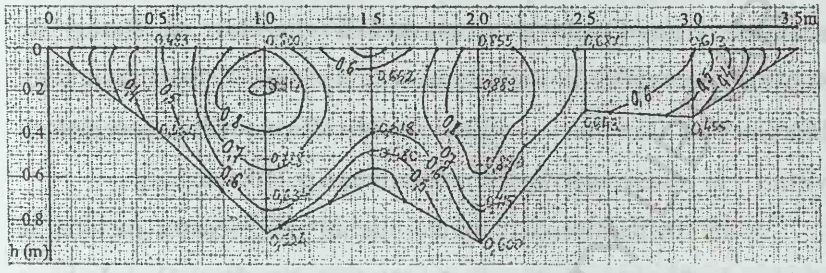


Fig. 55. Trasarea izotahelor în profilul transversal al albiei.

- se interpolează între valorile marcate pe verticale, obținându-se punctele de izotahe;

- în final, se unesc punctele cu aceeaşi valoare, rezultând izoliniile căutate; ele pot să apară sub forma unor curbe închise sau deschise cu deformări impuse de configurația patului albiei.

10. Debitul lichid al cursurilor de apă (Q – m^3/s, l/s) este elementul de bază folosit în calculele hidrologice, regionalizări, prognoze, estimările privind calitatea apelor etc.

Determinarea acestui parametru se poate realiza printr-o serie de metode clasice sau moderne. Cel mai frecvent utilizată în România este metoda ridicării topografice a secțiunii transversale şi a măsurării vitezelor cu diverse instrumente sau aparate, în cazul cursurilor de apă naturale, respectiv, cu deversori hidrometrici, senzori sau prin metoda volumetrică, în cazul conductelor sau canalelor profilate sau amenajate în acest sens.

10.1. Determinarea debitului lichid prin metoda ridicării secțiunii transversale și a măsurării vitezelor cu flotori de suprafață se aplică în cazurile în care nu poate fi folosită morișca hidrometrică (ape mici – adâncimi sub 15 centimetri, ape mari și viituri – în zonele unde lipsesc podurile sau punțile etc.).

În determinarea debitului lichid prin această metodă se disting două etape, de teren (măsurătoarea propriu-zisă) și de birou (calculul debitului).

În cadrul *primei etape* se impun câteva condiții obligatorii pentru demararea acțiunii, respectiv alegerea sectorului de râu pentru măsurare. Astfel, se va opta pentru un tronson rectiliniu, fără praguri, repezișuri, fără vegetație, brațe secundare, insule sau alte obstacole, cu o scurgere cât mai apropiată de cea laminară (fără turbioane) etc.

Lungimea tronsonului de lucru care va respecta condițiile de mai sus trebuie să fie de minimum trei ori lățimea albiei de măsurat. De asemenea, este interzisă efectuarea măsurătorilor în afara calmului atmosferic (fără vânt).

În prima fază se stabilesc trei profile perpendiculare pe direcția de curgere la distanțe egale între ele: profilul de plecare (amonte), profilul principal (hidrocanat) și profilul de sosire (aval) (fig. 56). Capetele de profile sunt marcate prin borne mobile și jaloane, sau cu repere naturale existente pe maluri.

În lungul *profilului principal* se desfășoară o ruletă sau un cablu gradat (fir Ciurileanu) bine întins, cât mai aproape de oglinda

apei, în vederea determinării precise a absciselor de deplasare a flotorilor (distanța lor față de mal). Pe același profil se vor măsura și adâncimile în vederea calculării elementelor secțiunii transversale. Distanța dintre verticalele de sondaj va fi aceeași iar numărul lor se stabilește funcție de lățimea albiei:

- pentru $0 < B < 2$ metri se iau 10 verticale;
- pentru $2 < B < 10$ metri se optează pentru 20 verticale;
- pentru $10 < B < 50$ metri se aleg 25 de verticale;
- pentru $B > 50$ metri se alege numărul de verticale funcție de condițiile locale (minimum 25).

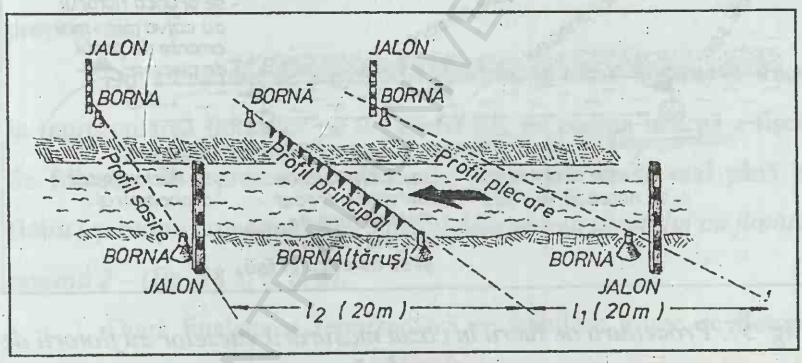


Fig. 56. Organizarea tronsonului de măsurare a debitului pe baza vitezelor măsurate cu flotori.

Pentru centralizarea tuturor datelor obținute la măsurătoare se folosește o fișă tip (*Măsurarea debitului cu flotori*).

Prima pagină a fișei, cea informativă, se completează la locul efectuării măsurătorii; aceasta conține informații referitoare la amplasament, data și durata efectuării măsurătorii, nivelul apei, elemente de panta oglinzii apei (determinată cu nivelă sau teodolit),

tipul şi numărul flotorilor, starea timpului şi a râului, malul de origine, numele observatorului.

La măsurătorile de adâncimi se foloseşte instrumentarul prezentat în capitolul anterior. Pentru măsurarea vitezelor se alege tipul de flotori şi se procedează la lansarea acestora (fig. 57):

- se aruncă flotorul de pe mal sau din barcă (la râurile mari) la abscisa stabilită faţă de unul din maluri (malul de origine); lansarea se face cu câţiva metri amonte de profilul de plecare, pentru ca flotorul să împrumute până la acesta viteza de curgere a apei;

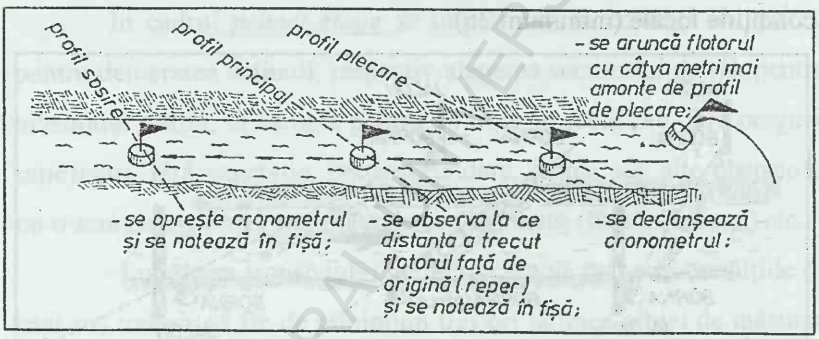


Fig. 57. Procedura de lucru în cazul măsurării vitezelor cu flotorii de suprafaţă.

- în momentul trecerii flotorului prin profilul de plecare se porneşte cronometrul;

- fie se parcurge distanţa odată cu flotorul, fie o altă persoană aşteaptă în profilul de sosire şi dă un semnal la trecerea flotorului, moment în care cronometrul se opreşte;

- la trecerea prin profilul principal se citeşte abscisa de deplasare a flotorului la cablul gradat întins peste râu;

- valoarea abscisei şi cea a timpului cronometrat se înscriu în fişa tip;

- se repetă operaţiunea până la distribuirea echilibrată a flotorilor pe lăţimea albiei râului; flotorii care se deplasează dezordonat, fără să păstreze o anumită abscisă, nu vor fi luaţi în considerare;

- viteza flotorilor se va obţine prin raportarea distanţei parcurse (dintre profilul de plecare şi cel de sosire) la timpul cronometrat.

Etapa de birou constă în efectuarea calculului de debit propriu-zis.

După calculul de pantă (0,45 m/km, în cazul nostru) se trece la reprezentarea flotorilor pe un grafic tip, pe pagina internă a fişei. Se folosesc în reprezentare abscisele (distanţele de la mal până la flotor) şi timpii cronometraţi – tabelul *Măsurarea debitului cu flotori, pagina 2* – (fig. 58 a, b, c, d).

După finalizarea reprezentării se stabilesc grupe de flotori, funcţie de aranjarea acestora pe spaţiul graficului (5 grupe în cazul analizat). Grupele se numerotează şi se individualizează şi în tabelul menţionat mai sus.

În acelaşi tabel se calculează coordonatele centrului de greutate al fiecărei grupe prin determinarea valorilor abscisei medii şi a timpului mediu, centre care se vor reprezenta pe grafic.

Se trece la stabilirea spaţiilor longitudinale de deplasare a fiecărei grupe de flotori. Pentru aceasta se trasează verticala grafică a

MĂSURAREA DEBITULUI CU FLOTORI

Râul SOMEŞ st.hidrom. DEJ data 14 IX 1995

prof.măs.nr. 2 situat la 100 nr. amonte/aval de mină

h la mină la începutul măs. 164 cm. la Sf. măs. 163 cm.

cota relativă a apei în prof.de plecare H_1 = 1,655 m

" " " " sosire H_2 = 1,700 m

dist. dintre prof. de plecare şi prof principal l_1 = 0,050 Km.

" " " principal " de sosire l_2 = 0,050 Km

panta apei $\frac{1}{00}$ $I = \frac{H_1 - H_2}{l_1 + l_2}$ 0,45 m/Km.

total flotori lansaţi 25 total flotori luaţi în calcul 20

tipul de flotori plăcuţe de lemn coeficient de calcul μ = 0,90

starea timpului senin vîntul —

starea apei liberă început măs. la ora 15^m

sfîrşitul măs. la ora 18^20

---

debitul Q = 26,7 m^3/s. suprafaţa în prof. princ. S 36,4 m^2

viteza medie v_m = 0,734 m/s. viteza max. V_M = 1,03 m/s

lăţimea apei în prof. princ. B = 50 m. adîncimea medie $\frac{\Omega}{B}$ = 0,73 m adîncimea max h_M = 1,12 m.

măs a început de la malul DREPT/STÎNG APA STRÂNGULEAZĂ PE O LĂŢIME DE — m de la malul drept idem — m de la malul stîng

---

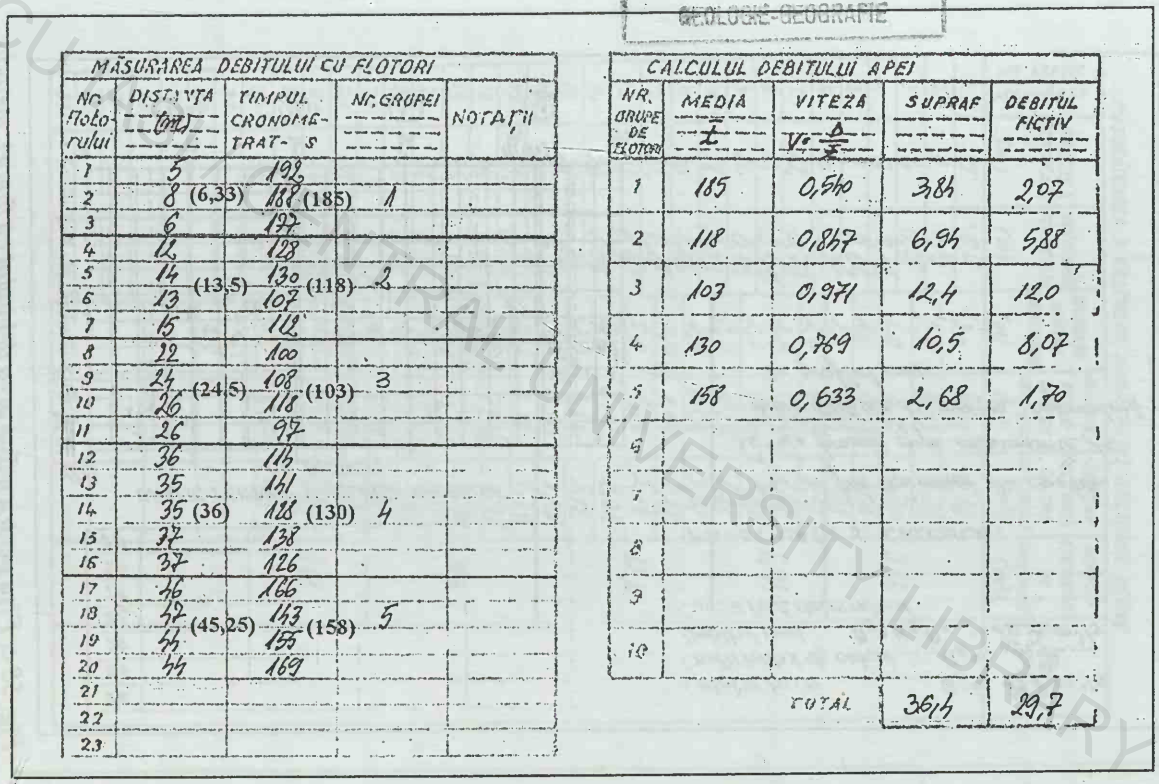
OPERATOR MĂRGINEAN ION 14 IX 1995

CALCULATOR MĂRGINEAN ION 14 IX 1995

VERIFICAT IONESCU EMIL 17 IX 1995

Fig. 58 a. Fişa pentru măsurarea debitului cu flotori, metoda analitică – pagina 1.

B.C.U. „M. EMINESCU" IAȘI
GEOLOGIE-GEOGRAFIE



MĂSURAREA DEBITULUI CU FLOTORI

Nr. flotorului	DISTANȚA [m]		TIMPUL CRONOMETRAT - S		Nr. GRUPEI	NOTAȚII
1	5		102			
2	8	(6,33)	188	(185)	1	
3	6		197			
4	12		123			
5	14	(13,5)	130	(118)	2	
6	13		107			
7	15		112			
8	22		100			
9	24	(24,5)	108	(103)	3	
10	26		118			
11	26		97			
12	36		114			
13	35		141			
14	35	(36)	128	(130)	4	
15	37		138			
16	37		126			
17	46		166			
18	42	(45,25)	143	(158)	5	
19	44		165			
20	44		169			
21						
22						
23						

CALCULUL DEBITULUI APEI

NR. GRUPE DE FLOTORI	MEDIA $\frac{}{t}$	VITEZA $V = \frac{\Delta}{\frac{}{t}}$	SUPRAF	DEBITUL FICTIV
1	185	0,540	3,84	2,07
2	118	0,847	6,94	5,88
3	103	0,971	12,4	12,0
4	130	0,769	10,5	8,07
5	158	0,633	2,68	1,70
6				
7				
8				
9				
10				
TOTAL			36,4	29,7

Fig. 58 b. Fișa pentru măsurarea debitului cu flotori, metoda analitică – pagina 2a.

BCU CLUJ / UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 58 c. Fişa pentru măsurarea debitului cu flotori, metoda analitică – pagina 2b.

MĂSURĂTOAREA ȘI CALCULUL SUPRAFEȚEI SECȚIUNII ACTIVE

NR. VERTIC MĂSURATE	ABSCISA VERTICALEI (m)	ADÎNCIMEA VERTICALEI (m)	DISTANȚA DINTRE VERTICALE (m)	ADÎNCIMEA MEDIE DINTRE VERTICALE (m)	SUPRAF. SECȚIUNII DINTRE VERTICALE (m^2)	SUPRAF SECȚIUNII PE INTERVALE (m^2)	ROTAȚII
1	0	0,0	2,0	0,08	0,16		
2	2	0,15	2,0	0,22	0,44		
3	4	0,28	2,0	0,35	0,70	3,84	
4	6	0,42	2,0	0,53	1,06		
5	8	0,64	2,0	0,74	1,48		
6	10	0,85	2,0	0,79	1,58		
7	12	0,73	2,0	0,84	1,68	6,94	
8	14	0,93	2,0	0,90	1,80		
9	16	0,85	2,0	0,94	1,88		
10	18	1,03	2,0	1,04	2,08		
11	20	1,06	2,0	1,09	2,18		
12	22	1,12	2,0	1,05	2,10	12,4	
13	24	0,98	2,0	1,02	2,04		
14	26	1,05	2,0	1,06	2,12		
15	28	1,06	2,0	0,95	1,90		
16	30	0,83	2,0	0,88	1,76		
17	32	0,92	2,0	0,96	1,92		
18	34	1,01	2,0	0,98	1,96		
19	36	0,96	2,0	0,90	1,80	10,5	
20	38	0,85	2,0	0,80	1,60		
21	40	0,74	2,0	0,71	1,42		
22	42	0,68	2,0	0,58	1,16		
23	44	0,49	3,0	0,40	0,80		
24	46	0,32	2,0	0,26	0,52	2,68	
25	48	0,21	2,0	0,10	0,20		
26	50	0,0					
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							

Fig. 58 d. Fișa pentru măsurarea debitului cu flotori, metoda analitică – pagina 3.

fiecărui centru de greutate cu linie întreruptă, iar apoi la jumătatea distanței dintre două verticale o linie continuă care reprezintă limita dintre două spații; abscisa fiecărei limite se înscrie în baza acesteia, sub grafic.

Într-o fază avansată, se trece la determinarea suprafețelor parțiale pentru secțiunea profilului principal (*Măsurătoarea și calculul suprafeței secțiunii active – pagina 3*). Folosind abscisele limitelor stabilite pe grafic, se delimitează și pe tabel spațiile longitudinale de deplasare a grupelor de flotori, marcajele fiind făcute cu linii îngroșate.

Dispunând de adâncimile verticalelor și de distanțele dintre verticale se calculează adîncimea medie dintre verticale (medie aritmetică între două adâncimi învecinate); apoi se determină suprafața secțiunii dintre verticale, înmulțind distanța dintre verticale cu adâncimea medie corespunzătoare. În cele din urmă, se obține suprafața secțiunii pe intervale (aferentă grupelor de flotori dintre liniile îngroșate), prin cumularea suprafețelor parțiale dintre verticale.

Calculul debitului propriu zis se face tot pe pagina 2 (tabelul *Calculul debitului apei)*. În coloanele tabelului se înscriu elemente utilizate: timpul mediu pe grupa de flotori (pe spațiul de deplasare), viteza medie a grupului de flotori (se calculează raportând distanța dintre profilul de plecare și profilul de sosire la timpul mediu aferent grupei) și suprafața aferentă grupului de flotori (preluată de pe pagina 3).

Debitul fictiv parțial (*superficial* – calculat pe baza vitezelor de suprafață măsurate cu flotori şi nu a celor medii pe verticală, ca în cazul folosirii moriştii hidrometrice) se obține ca produs între viteza medie a grupului de flotori şi suprafața aferentă acestuia. Debitul fictiv total se obține prin cumularea valorilor parțiale.

Pentru a obține valoarea *debitului real* debitul fictiv trebuie înmulțit cu un coeficient de reducție (K_0 sau μ), care oscilează frecvent între 0,7 şi 0,85, în condiții de albie liberă.

Acesta se extrage din corelații realizate pe baza măsurătorilor efectuate cu morişca în aceeaşi secțiune în perioada anterioară.

Rezultatele obținute din calcule se înscriu pe pagina 1; tot aici se calculează şi alte elemente:

- suprafața secțiunii transversale (Ω – m^2) – suma suprafețelor parțiale pe intervale;

- viteza medie pe secțiune (V_m – m/s) – raportul dintre debitul real (Q) şi suprafața secțiunii (Ω);

- viteza maximă (V_{max} – m/s) calculată ca raport între distanța parcursă de flotori şi timpul cel mai scurt cronometrat;

- lățimea albiei în profilul principal (B – m) suma distanțelor dintre verticalele de sondaj;

- adâncimea medie (h_m – m) raportul dintre suprafața secțiunii şi lățimea albiei;

- adâncimea maximă (h_{max} – m) extrasă din tabelul de pe pagina 3.

10.2. Determinarea debitului lichid prin metoda ridicării secțiunii transversale și a măsurării vitezelor cu morișca hidrometrică se aplică cel mai frecvent, în activitatea hidrometrică.

Indiferent de metodele de prelucrare (analitică sau grafomecanică) aplicate în etapa de birou, în fișa de măsurătoare tip (*Fișa pentru măsurătoare de debit cu morișca*) se înscriu datele rezultate din măsurătorile efectuate.

Etapa de teren. Pe pagina 1 vor fi notate date referitoare la postul hidrometric și râul, data efectuării măsurătorii, condițiile de lucru (durata măsurătorii, starea râului și a vremii, tipul moriștii și a cronometrului, malul folosit ca reper, operator).

Pe pagina 2 se înscriu datele referitoare la niveluri, numărul verticalelor de sondaj și a celor de viteză stabilite și valorile rezultate din măsurarea distanțelor dintre verticale și a adâncimilor.

Măsurători / Determinări			Debit de apă				
Nr. de verticale	la lățimea de		1 m	10 m	50 m	100 m	500 m
	ptr. sondaj		10	20	25	25	25
	ptr. viteză		5—8	8—10	10—15	10—15	10—15
Puncte de verticală la:		h cm	Se măsoară vit. la				
	În albia liberă	< 15	—				
		15—20	0,6 h				
		21—40	s ; f				
		41—80	0,2h ; 0,6h ; 0,8h				
		> 80	s ; 0,2 h ; 0,6 h ; 0,8 h ; f				
	În albia cu pod de gheață	< 15	—				
		15—20	0,6 h				
		21—40	s ; f				
		41—80	0,2h ; 0,6h ; (la năboi 0,4) 0,8 h ;				
		> 80	s; 0,2h; 0,4h; 0,6h 0,8 h ; f				
	Măsurători cu cablu	< 32	—				
		33—40	f				
		41—60	s ; f				
		60—100	s ; 0,4 h ; f				
		101—160	s ; 0,2 h ; 0,6 h ; f				
		> 160	s; 0,2h; 0,4h; 0,6h 0,8 h ; f				

Fig. 59. Normativ de stabilire a numărului de verticale și a punctelor de viteză pe verticală.

La măsurare, acestea se stabilesc pe baza unui normativ elaborat de „Administrația Națională – Apele Române" încă de la debutul activității hidrometrice din România, perfectat ulterior (fig. 59).

Paginile 3 şi 4 sunt dedicate datelor rezultate din măsurarea vitezelor. Aici vor fi completate coloanele aferente datelor informative (numărul verticalei de viteză, abscisa, adâncimea şi nivelul apei la miră la debutul măsurătorii pe verticala respectivă), apoi coloana cu valorile semnalelor şi timpilor cronometrați după impulsurile date de soneria conectată la morişcă (coloana *Citiri la cronometru*).

După întinderea ruletei sau a firului Ciurileanu peste albie şi stabilirea numărului de verticale de *sondaj* şi de *viteză* conform normativului prezentat mai sus, se procedează la măsurarea efectivă a celor doi parametri. Trecerea de la o verticală la alta se face doar după ce se măsoară toate vitezele punctiforme, funcție de adâncime (fig. 59).

Măsurarea adâncimii se face în felul următor:

- se glisează morişca pe tijă prin acționare cu ajutorul cablului de oțel, de susținere, până la atingerea oglinzii apei;

- se ia ca reper o gradație de pe tijă la maneta de fixare, după care se coboară lent morişca până la patul albiei numărându-se gradațiile pe tijă (fig. 60);

- valoarea adâncimii se trece în celula corespunzătoare, la coloana *Adâncimea – dus*, de pe pagina 2.

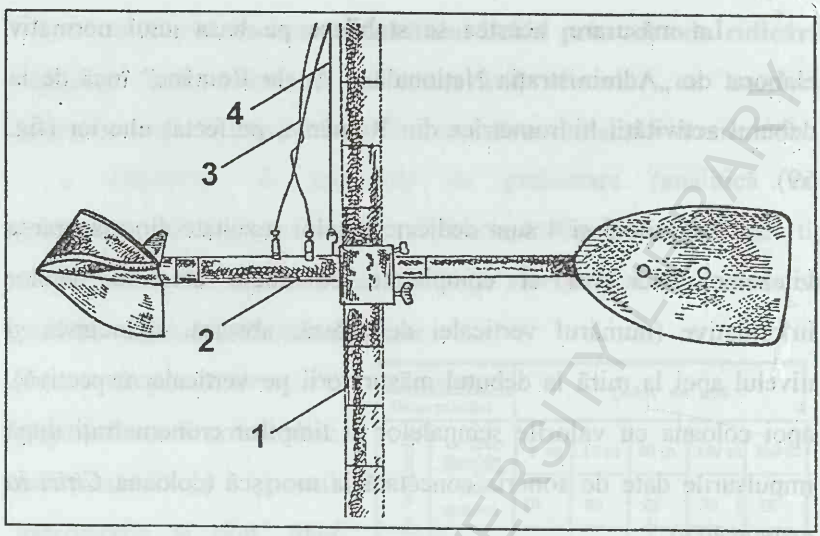


Fig. 60. Morişca hidrometrică pe tija de măsurare. 1, Tijă metalică gradată; 2, Morişca propriu zisă; 3, Conductori electrici; 4, Cablu de oţel pentru manevrare pe verticală.

La măsurarea vitezelor se succed etapele:

- stabilirea punctelor de viteză (a vitezelor punctiforme V_s, $V_{0,2.h}$, $V_{0,6.h}$, $V_{0,8.h}$, V_f) conform adâncimii măsurate;

- se coboară morişca cu vârful axului elicei (paletei) la adâncimea primului punct de măsurat;

- se ţine morişca câteva secunde până elicea porneşte şi traduce fidel viteza apei;

- la sfârşitul unui semnal oarecare acustic sau luminos, se porneşte cronometrul şi se numără impulsurile (cele mai multe dintre moriştile utilizate în România emit un semnal electric prin închiderea contactului între borne la 20 de rotaţii ale elicei);

- după 20 de secunde (prag temporal pentru o bună precizie în estimarea vitezei) scurse la cronometru, la următorul semnal se citeşte timpul (secunde) şi numărul de impulsuri;

- în celula corespunzătoare primei citiri la cronometru (pagina 3) se va trece numărul semnalelor (*mai puțin ultimul, cel de la citirea cronometrului*) şi timpul aferent acestora – ex. 2 / 23 sau : / 23 (2 semnale la 23 secunde);

- cronometrul se lasă să meargă în continuare procedându-se la fel cu numărarea impulsurilor; practic se verifică de cel puțin trei ori prima citire la cronometru (ex. 2 / 46, 2 / 69, 2 / 92); dacă curgerea apei este fără fluctuații (viteza este constantă), timpul de-a lungul celor patru sau şase citiri la cronometru va creşte cu multiplu de 23;

- operația se repetă pentru toate punctele de pe verticala în cauză şi pentru toate verticalele de pe profilul de măsurare.

După terminarea măsurătorilor asupra vitezelor, la întoarcerea la malul de reper se repetă măsurarea adâncimilor pe toate verticalele de sondaj. Aceasta se realizează pentru a surprinde eventualele oscilații de adâncime în cazul creşterii sau scăderii nivelului; valorile se vor înscrie la pagina 2, coloana *Adâncimea – întors.*

Etapa de birou se referă la prelucrarea datelor obținute în urma măsurătorii din teren.

10.2.1. Metoda analitică de determinare a debitului lichid, se bazează în exclusivitate pe calcul matematic (fig. 61 a, b, c, d).

Unitatea FACULTATEA DE GEOGRAFIE
LABORATORUL DE HIDROLOGIE

FIŞA

PENTRU MĂSURĂTOARE DE DEBIT CU MORIŞCA

Postul Luna de Jos Rîul Lonea

Ziua 9 Luna I Anul 1996

CONDIŢII DE LUCRU

Începerea măsurătorii 12^30
Sfîrşitul măsurătorii 13^40
Starea rîului liberă
Timpul înnorat
Vîntul ↓ slab
Morişca (tip; nr.) I.S.C.H. 219
Cronometrul (marca, nr.) Agat
Malul folosit ca „origine" stâng

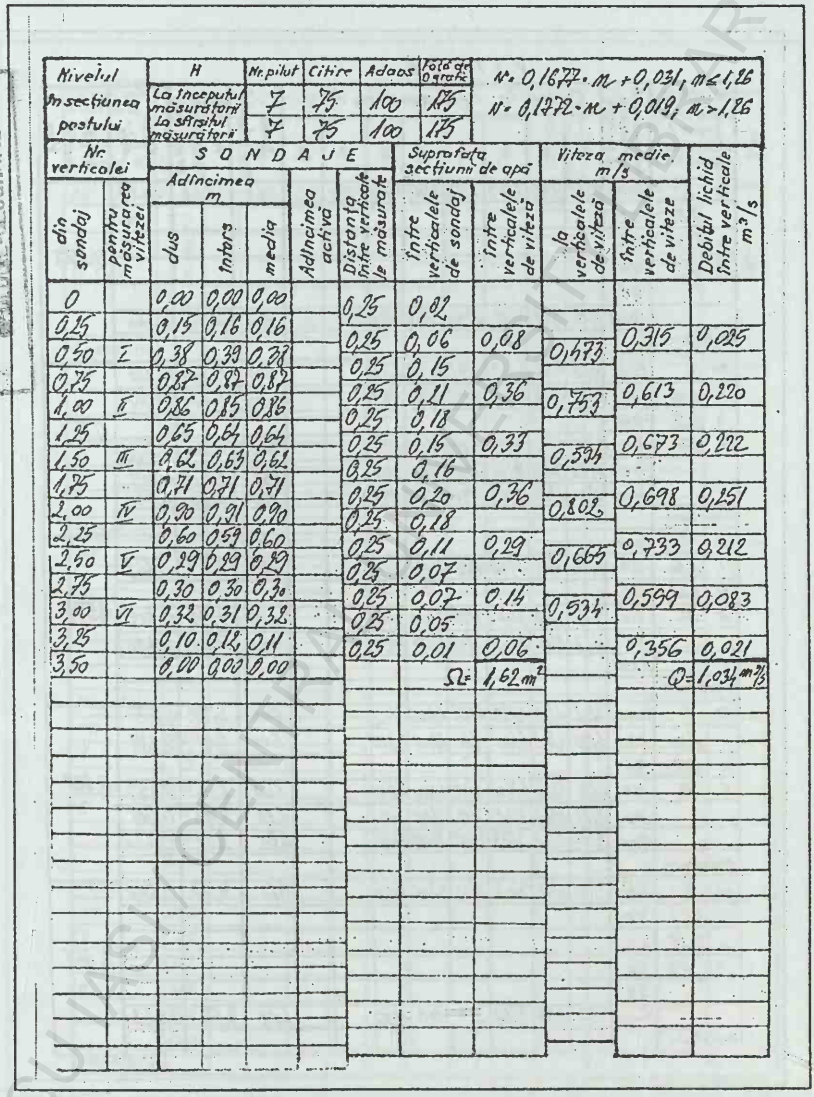
REZULTATE

Debitul lichid-Q m^3/s = 1,034
Supr. sect. de-apă Ω m^2 = 1,62
Viteza medie-Vmed. m/s 0,638

Operator POP IOAN Data 9.I.1996
Calculator POP IOAN Data 9.I.1996
Verificat IONESCU EMIL Data 12.I.1996

38-2-1, A4 (210×297).t

Fig. 61 a. Fişa pentru măsurarea debitului cu morişca, metoda analitică – pagina 1.



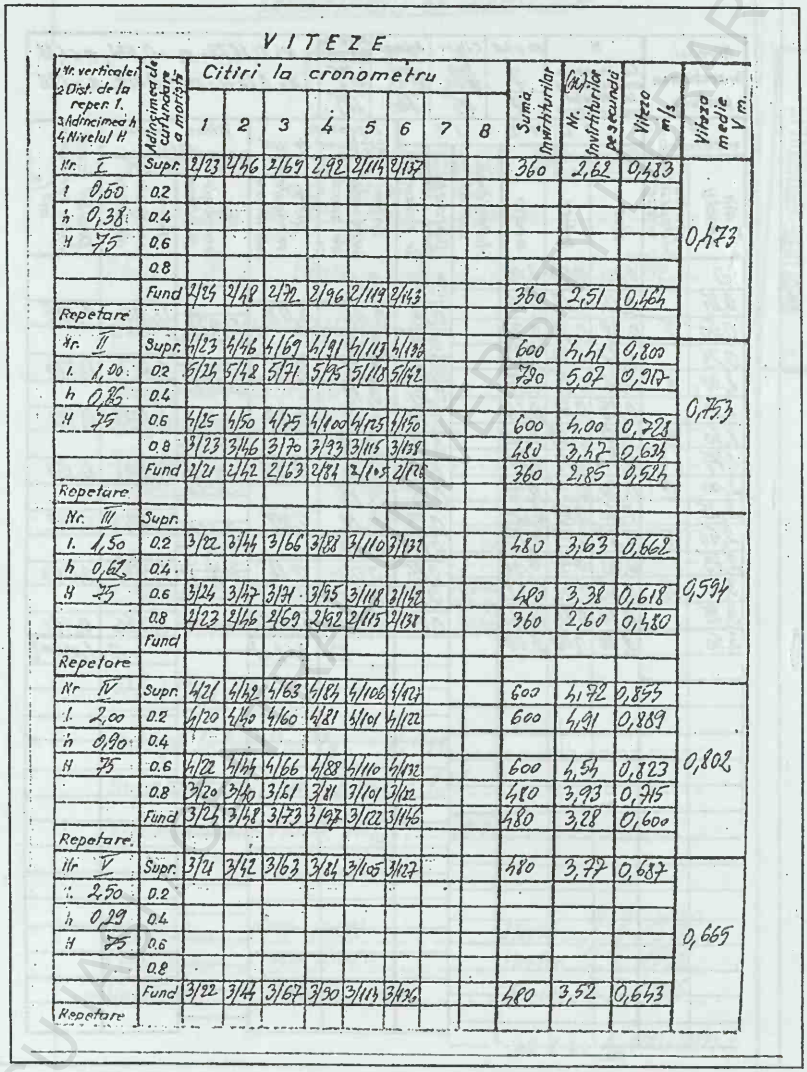
Nivelul în secțiunea postului	H	Nr. pilot	Citire	Adaos	Total de o grafă
	La începutul măsurătorii	7	75	100	175
	La sfîrșitul măsurătorii	7	75	100	175

$N = 0,1677 \cdot m + 0,031$, $m < 1,26$

$N = 0,1772 \cdot m + 0,019$, $m > 1,26$

Nr. verticalei		SONDAJE					Suprafața secțiunii de apă		Viteza medie m/s		
		Adîncimea m			Adîncimea activă	Distanța între verticale la măsurat	între verticalele de sondaj	între verticalele de viteză	la verticalele de viteză	între verticalele de viteze	Debitul lichid între verticale m³/s
de la sondaj	pentru măsurarea vitezei	dus	întors	media							
0		0,00	0,00	0,00		0,25	0,02				
0,25		0,15	0,16	0,16		0,25	0,06	0,08	0,473	0,315	0,025
0,50	I	0,38	0,39	0,38		0,25	0,15				
0,75		0,87	0,87	0,87		0,25	0,11	0,36	0,753	0,613	0,220
1,00	II	0,86	0,85	0,86		0,25	0,18				
1,25		0,65	0,64	0,64		0,25	0,15	0,33	0,594	0,673	0,222
1,50	III	0,62	0,63	0,62		0,25	0,16				
1,75		0,71	0,71	0,71		0,25	0,20	0,36	0,802	0,698	0,251
2,00	IV	0,90	0,91	0,90		0,25	0,18				
2,25		0,60	0,59	0,60		0,25	0,11	0,29	0,665	0,733	0,212
2,50	V	0,29	0,29	0,29		0,25	0,07				
2,75		0,30	0,30	0,30		0,25	0,07	0,14	0,534	0,599	0,083
3,00	VI	0,32	0,31	0,32		0,25	0,05				
3,25		0,10	0,12	0,11		0,25	0,01	0,06		0,356	0,021
3,50		0,00	0,00	0,00			$\Omega =$	1,62 m²		$Q =$	1,034 m³/s

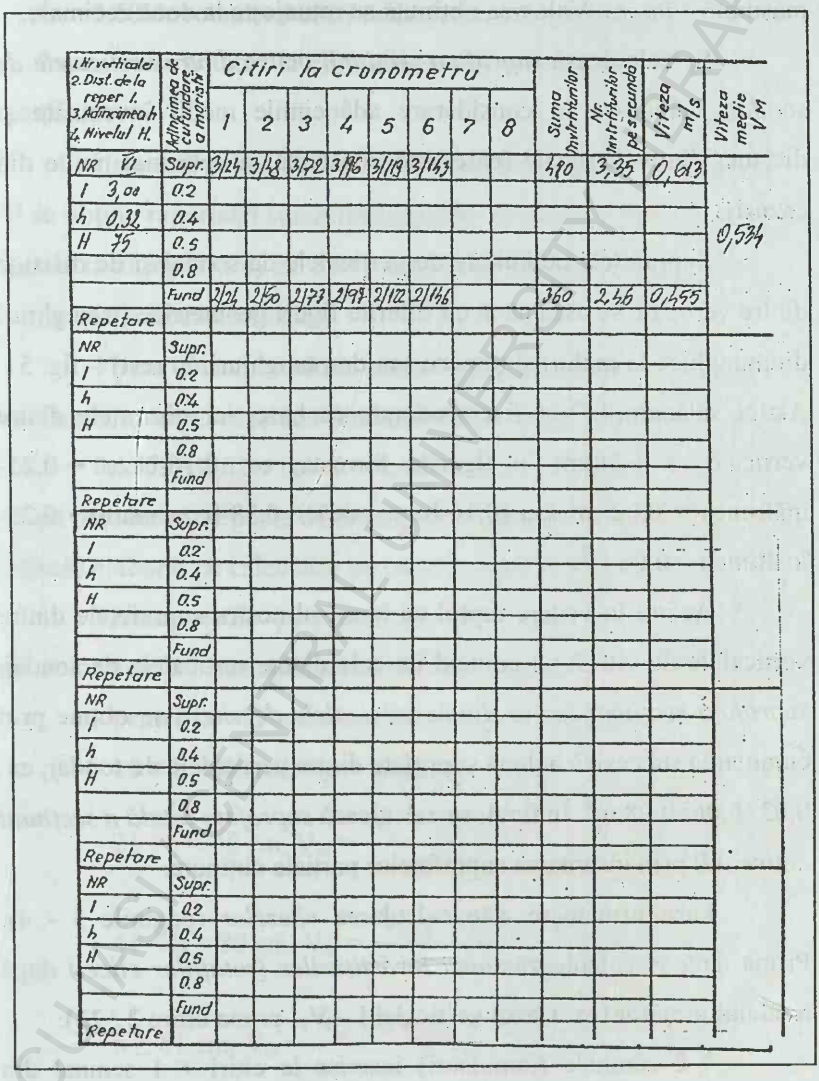
Fig. 61 b. Fișa pentru măsurarea debitului cu morișca, metoda analitică – pagina 2.



VITEZE

1 Nr. verticalei 2 Dist. de la reper. I. 3 Adîncimea h 4 Nivelul H	Adîncimea la care s-a cufundat morişca	Citiri la cronometru 1	2	3	4	5	6	7	8	Suma învîrtiturilor	Nr. învîrtiturilor pe secundă	Viteza m/s	Viteza medie V m.
Nr. I	Supr.	2/23	2/46	2/69	2,92	2/114	2/137			360	2,62	0,433	
l. 0,50	0.2												
h 0,38	0.4												0,473
H 75	0.6												
	0.8												
	Fund	2/24	2/48	2/72	2/96	2/119	2/143			360	2,51	0,464	
Repetare													
Nr. II	Supr.	4/23	4/46	4/69	4/91	4/113	4/136			600	4,41	0,800	
l. 1,00	0.2	5/24	5/48	5/71	5/95	5/118	5/142			780	5,07	0,918	
h 0,86	0.4												0,753
H 75	0.6	4/25	4/50	4/75	4/100	4/125	4/150			600	4,00	0,728	
	0.8	3/23	3/46	3/70	3/93	3/115	3/138			480	3,47	0,634	
	Fund	2/21	2/42	2/63	2/84	2/105	2/126			360	2,85	0,524	
Repetare													
Nr. III	Supr.												
l. 1,50	0.2	3/22	3/44	3/66	3/88	3/110	3/132			480	3,63	0,662	
h 0,67	0.4												
H 75	0.6	3/24	3/47	3/71	3/95	3/118	3/142			480	3,38	0,618	0,594
	0.8	4/23	4/46	4/69	4/92	4/115	4/138			360	2,60	0,480	
	Fund												
Repetare													
Nr IV	Supr.	4/21	4/42	4/63	4/84	4/106	4/127			600	4,72	0,855	
l. 2,00	0.2	4/20	4/40	4/60	4/81	4/101	4/122			600	4,91	0,889	
h 0,90	0.4												
H 75	0.6	4/22	4/44	4/66	4/88	4/110	4/132			600	4,54	0,823	0,802
	0.8	3/20	3/40	3/61	3/81	3/101	3/122			480	3,93	0,715	
	Fund	3/24	3/48	3/73	3/97	3/122	3/146			480	3,28	0,600	
Repetare													
Nr V	Supr.	3/21	3/42	3/63	3/84	3/105	3/127			480	3,77	0,687	
l. 2,50	0.2												
h 0,29	0.4												
H 75	0.6												0,665
	0.8												
	Fund	3/22	3/44	3/67	3/90	3/113	3/136			480	3,52	0,643	
Repetare													

Fig. 61 c. Fişa pentru măsurarea debitului cu morişca, metoda analitică – pagina 3.



1. Nr. verticalei 2. Dist. de la reper I. 3. Adâncimea h 4. Nivelul H.	Adâncimea de cufundare a morişcii	Citiri la cronometru								Suma învârtiturilor	Nr. învârtiturilor pe secundă	Viteza m/s	Viteza medie V M
		1	2	3	4	5	6	7	8				
NR VI	Supr.	3/24	3/48	3/72	3/96	3/119	3/143			480	3,35	0,613	
l 3,00	0.2												
h 0,32	0.4												0,534
H 75	0.5												
	0.8												
	Fund	2/24	2/50	2/73	2/97	2/122	2/146			360	2,46	0,455	
Repetare													
NR	Supr.												
l	0.2												
h	0.4												
H	0.5												
	0.8												
	Fund												
Repetare													
NR	Supr.												
l	0.2												
h	0.4												
H	0.5												
	0.8												
	Fund												
Repetare													
NR	Supr.												
l	0.2												
h	0.4												
H	0.5												
	0.8												
	Fund												
Repetare													
NR	Supr.												
l	0.2												
h	0.4												
H	0.5												
	0.8												
	Fund												
Repetare													

Fig. 61 d. Fişa pentru măsurarea debitului cu morişca, metoda analitică – pagina 4.

Se începe cu determinarea *adâncimii medii* (pagina 2), care este media aritmetică dintre adâncimea măsurată – *dus* şi adâncimea măsurată – *întors*. Valoarea obținută se rotunjește la două zecimale.

Se calculează *suprafața secțiunii active dintre verticalele de sondaj*, luându-se în considerare adâncimile medii învecinate şi distanța dintre verticale (care este constantă în cele mai multe din cazuri).

Suprafețele delimitate de verticalele de sondaj şi de distanța dintre verticale se aseamănă cu diferite figuri geometrice (triunghiuri dreptunghice la maluri şi trapeze sau dreptunghiuri, în rest) – fig. 51. Astfel, adâncimile vor fi considerate ca baze, iar distanțele dintre verticale ca înălțimi în figurile formate; ex. 0,16-baza • 0,25-înălțimea = 0,02 m^2 sau (0,16-baza mică + 0,38-baza mare) • 0,25-înălțimea = 0,06 m^2.

Având în vedere faptul că în cazul nostru suprafețele dintre verticalele de viteză nu coincid cu cele dintre verticalele de sondaj, *suprafața secțiunii active dintre verticalele de viteză* se obține prin cumularea succesivă a două suprafețe dintre verticalele de sondaj; ex. 0,02+0,06=0,08 m^2. În final, se calculează *suprafața totală a secțiunii active (Ω)* prin însumarea suprafețelor parțiale obținute.

Faza următoare este calcularea *vitezelor* (paginile 3 - 4). Prima dată se calculează *suma învârtiturilor (rotațiilor elicei)* după modelul următor (ex. Cazul verticalei I – V_s, prima citire 2 / 23):

* 2 semnale (impulsuri) înscrise la citiri + 1 semnal din momentul citirii timpului = 3 semnale;

* 3 semnale • 20 de rotații ale elicei (paletei) pentru ca soneria să emită un semnal = 60 de învârtituri;

* 60 de rotații • 6 citiri la cronometru = **360 învârtituri**; deci, pe durata celor 6 citiri la cronometru elicea moriștii a făcut 360 de rotații.

Urmează calcularea *numărului de învârtituri pe secundă – n.* El se obține raportând suma învârtiturilor la timpul total cronometrat (cel de la ultima citire) ex: 360 rotații : 137 secunde = 2,62 rot/sec (se rotunjește la două zecimale).

Viteza punctiformă se obține aplicând elementul obținut (n) în ecuația moriștii rezultată din construcția sau etalonarea aparatului. Ex: v = 0,1772 • 2,62 + 0,019 = 0,483 m/s (rotunjită la trei zecimale). Acest parametru se poate determina și cu ajutorul unui tabel de calcul (abacă) elaborat pe calculator pe baza ecuației moriștii (fig. 62).

Viteza medie pe verticală se obține pe baza valorilor vitezelor punctiforme aplicate în formula de calcul corespunzătoare:

- pentru $h < 15$ cm, nu se măsoară cu morișca;

- $16 < h < 20$ cm, $V_m = V_{0,6.h}$;

- $21 < h < 40$ cm, $V_m = \frac{V_s + V_f}{2}$;

- $41 < h < 80$ cm, $V_m = \frac{V_{0.2.h} + 2V_{0.6.h} + V_{0.8.h}}{4}$

- $h \geq 81$ cm, $V_m = \frac{V_s + 3V_{0.2.h} + 3V_{0.6.h} + 2V_{0.8.h} + V_f}{10}$

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

n = nr. rot/sec					Formula:	V=0,1973*n+0,021		pt. n<=0,612		
ABACA MORISTII GR 641						V=0,2129*n+0,012		pt. n>0,612		
n	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.00	0.021	0.023	0.025	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.037	0.039
0.10	0.041	0.043	0.045	0.047	0.049	0.051	0.053	0.055	0.057	0.058
0.20	0.060	0.062	0.064	0.066	0.068	0.070	0.072	0.074	0.076	0.078
0.30	0.080	0.082	0.084	0.086	0.088	0.090	0.092	0.094	0.096	0.098
0.40	0.100	0.102	0.104	0.106	0.108	0.110	0.112	0.114	0.116	0.118
0.50	0.120	0.122	0.124	0.126	0.128	0.130	0.131	0.133	0.135	0.137
0.60	0.139	0.141	0.144	0.146	0.148	0.150	0.153	0.155	0.157	0.159
0.70	0.161	0.163	0.165	0.167	0.170	0.172	0.174	0.176	0.178	0.180
0.80	0.182	0.184	0.187	0.189	0.191	0.193	0.195	0.197	0.199	0.201
0.90	0.204	0.206	0.208	0.210	0.212	0.214	0.216	0.219	0.221	0.223
1.00	0.225	0.227	0.229	0.231	0.233	0.236	0.238	0.240	0.242	0.244
1.10	0.246	0.248	0.250	0.253	0.255	0.257	0.259	0.261	0.263	0.265
1.20	0.267	0.270	0.272	0.274	0.276	0.278	0.280	0.282	0.285	0.287
1.30	0.289	0.291	0.293	0.295	0.297	0.299	0.302	0.304	0.306	0.308
1.40	0.310	0.312	0.314	0.316	0.319	0.321	0.323	0.325	0.327	0.329
1.50	0.331	0.333	0.336	0.338	0.340	0.342	0.344	0.346	0.348	0.351
1.60	0.353	0.355	0.357	0.359	0.361	0.363	0.365	0.368	0.370	0.372
1.70	0.374	0.376	0.378	0.380	0.382	0.385	0.387	0.389	0.391	0.393
1.80	0.395	0.397	0.399	0.402	0.404	0.406	0.408	0.410	0.412	0.414
1.90	0.417	0.419	0.421	0.423	0.425	0.427	0.429	0.431	0.434	0.436
2.00	0.438	0.440	0.442	0.444	0.446	0.448	0.451	0.453	0.455	0.457
2.10	0.459	0.461	0.463	0.465	0.468	0.470	0.472	0.474	0.476	0.478
2.20	0.480	0.483	0.485	0.487	0.489	0.491	0.493	0.495	0.497	0.500
2.30	0.502	0.504	0.506	0.508	0.510	0.512	0.514	0.517	0.519	0.521
2.40	0.523	0.525	0.527	0.529	0.531	0.534	0.536	0.538	0.540	0.542
2.50	0.544	0.546	0.549	0.551	0.553	0.555	0.557	0.559	0.561	0.563
2.60	0.566	0.568	0.570	0.572	0.574	0.576	0.578	0.580	0.583	0.585
2.70	0.587	0.589	0.591	0.593	0.595	0.597	0.600	0.602	0.604	0.606
2.80	0.608	0.610	0.612	0.615	0.617	0.619	0.621	0.623	0.625	0.627
2.90	0.629	0.632	0.634	0.636	0.638	0.640	0.642	0.644	0.646	0.649
3.00	0.651	0.653	0.655	0.657	0.659	0.661	0.663	0.666	0.668	0.670
3.10	0.672	0.674	0.676	0.678	0.681	0.683	0.685	0.687	0.689	0.691
3.20	0.693	0.695	0.698	0.700	0.702	0.704	0.706	0.708	0.710	0.712
3.30	0.715	0.717	0.719	0.721	0.723	0.725	0.727	0.729	0.732	0.734
3.40	0.736	0.738	0.740	0.742	0.744	0.747	0.749	0.751	0.753	0.755
3.50	0.757	0.759	0.761	0.764	0.766	0.768	0.770	0.772	0.774	0.776
3.60	0.778	0.781	0.783	0.785	0.787	0.789	0.791	0.793	0.795	0.798
3.70	0.800	0.802	0.804	0.806	0.808	0.810	0.813	0.815	0.817	0.819
3.80	0.821	0.823	0.825	0.827	0.830	0.832	0.834	0.836	0.838	0.840
3.90	0.842	0.844	0.847	0.849	0.851	0.853	0.855	0.857	0.859	0.861
4.00	0.864	0.866	0.868	0.870	0.872	0.874	0.876	0.879	0.881	0.883
4.10	0.885	0.887	0.889	0.891	0.893	0.896	0.898	0.900	0.902	0.904
4.20	0.906	0.908	0.910	0.913	0.915	0.917	0.919	0.921	0.923	0.925
4.30	0.927	0.930	0.932	0.934	0.936	0.938	0.940	0.942	0.945	0.947
4.40	0.949	0.951	0.953	0.955	0.957	0.959	0.962	0.964	0.966	0.968
4.50	0.970	0.972	0.974	0.976	0.979	0.981	0.983	0.985	0.987	0.989
4.60	0.991	0.993	0.996	0.998	1.000	1.002	1.004	1.006	1.008	1.011
4.70	1.013	1.015	1.017	1.019	1.021	1.023	1.025	1.028	1.030	1.032
4.80	1.034	1.036	1.038	1.040	1.042	1.045	1.047	1.049	1.051	1.053
4.90	1.055	1.057	1.059	1.062	1.064	1.066	1.068	1.070	1.072	1.074

Fig. 62. Model de abacă pentru calcularea vitezei punctiforme

Ex: $V_m = \frac{0.483 + 0.464}{2} = 0.473$ m/s.

Valorile de viteze medii pe verticală obținute se copiază pe pagina 2, la coloana corespunzătoare – *Viteza medie la/în verticalele de viteză*, în dreptul cifrei romane corespunzătoare (I – VI), înscrisă pe coloana 2 a aceleaşi pagini.

Se calculează viteza medie între verticale de viteză, ca medie aritmetică între două viteze învecinate.

Ex: $V_m = \frac{0.473 + 0.753}{2} = 0.613$ m/s.

Între mal şi prima verticală şi între ultima verticală şi mal se consideră ca viteze medii între verticale valoarea corespunzătoare a două treimi din vitezele medii în verticalele respective.

Ex: $V_{m\ spre\ mal\ stâng} = 0{,}473 \cdot 2 / 3 = 0{,}315$ m/s.

Debitele parțiale între verticalele de viteză se obțin ca produs între *suprafața secțiunii între verticalele de viteză* şi *viteza medie între verticalele de viteză.*

Ex: $0{,}08 \cdot 0{,}315 = 0{,}025$ m^3/s, sau $0{,}36 \cdot 0{,}613 = 0{,}220$ m^3/s.

Debitul lichid total se obține prin însumarea debitelor parțiale.

Rezultatele finale ale principalilor parametri (Q, Ω etc.) se trec pe prima pagină în spațiile corespunzătoare.

10.2.2. Metoda grafomecanică de determinare a debitului lichid combină calculul unor parametri cu reprezentări grafice. Este recomandată aproape în exclusivitate la prelucrarea măsurătorilor

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

efectuate cu morişca pe cablu şi în condiţii de existenţă a unor fenomene de iarnă pe cursurile de apă.

Înainte de a demara prelucrarea, în cazul măsurătorilor cu morişca pe cablu este necesară aplicarea unor corecţii de verticalitate a cablului, respectiv a vitezei traduse de morişcă (vezi *Instrucţiuni pentru reţeaua hidrometrică de bază Vol. III- Instrucţiuni pentru staţiile hidrologice, partea I-a, rauri. I.D. 21-65, C.S.A., Bucureşti, 1965* sau *Îndrumar pentru staţiile hidrometrice pe râuri. INMH, Bucureşti, 1997 – pag. 120*).

Prelucrarea fişei provenite din teren se realizează identic metodei analitice în cazul următoarelor elemente: adâncime medie, suma învârtiturilor, numărul de învârtituri pe secundă, viteza punctiformă (fig. 63 a, b, c, d).

Diferenţa faţă de metoda precedentă constă în parcurgerea următoarelor etape, după pregătirea unei hârtii milimetrice de format A4 sau A3, funcţie de numărul verticalelor de viteză existente:

a) determinarea suprafeţei secţiunii transversale (Ω – m^2); aceasta se realizează prin reprezentarea profilului transversal în colţul din stânga jos a hârtiei dispusă în poziţie *Landscape*, folosind adâncimile medii (axa Oy) şi distanţele dintre verticale cumulate (axa Ox) (pagina 2); scara de reprezentare se alege arbitrar, funcţie de ecartul de valori a parametrilor;

- elementul se determină prin planimetrare şi apoi prin transformare la scară (înmulţind valoarea citită la planimetru cu produsul scărilor de reprezentare) se obţine suprafaţa reală;

Unitatea FACULTATEA DE GEOGRAFIE
LABORATORUL DE HIDROLOGIE

FIȘA

PENTRU MĂSURĂTOARE DE DEBIT CU MORIȘCA

Postul MAIA Rîul OLPRET

Ziua 5 Luna ianuarie Anul 1996

CONDIȚII DE LUCRU

Începerea măsurătorii 13^00
Sfîrșitul măsurătorii 13^40
Starea rîului liber
Timpul înnorat
Vîntul -
Morișca (tip; nr.) G.R. 157
Cronometrul (marca, nr.) AGAT
Malul folosit ca „origine" stîng

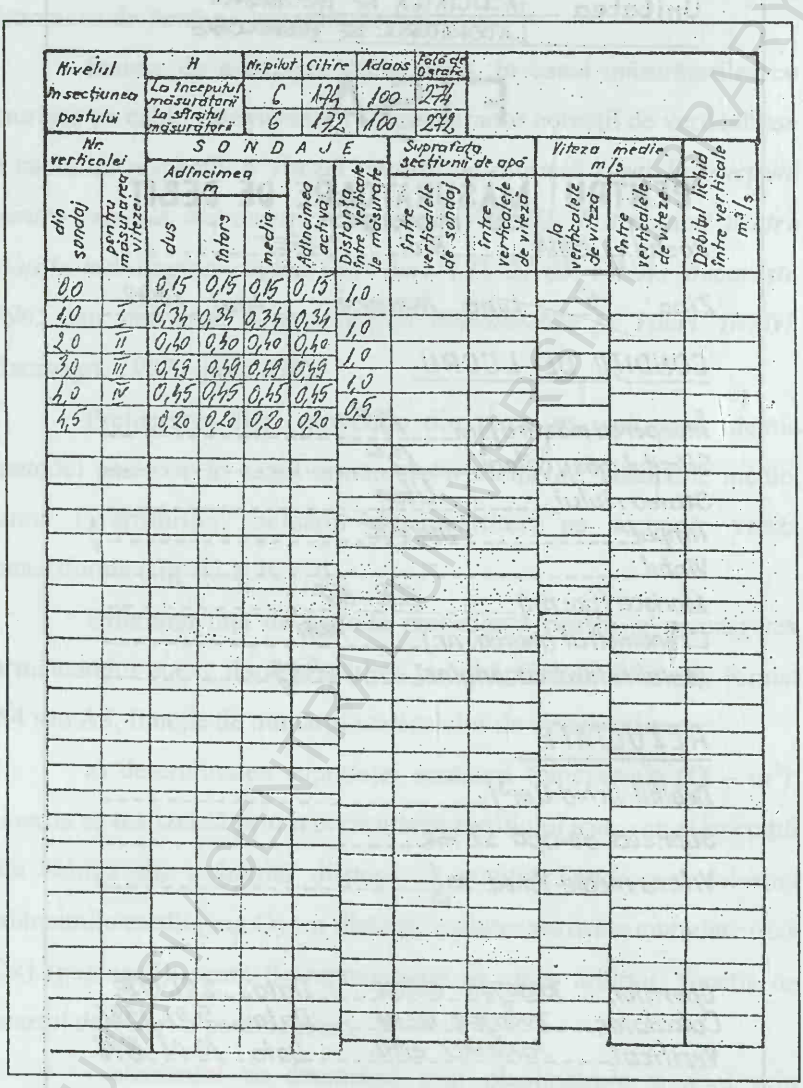
REZULTATE

Debitul lichid-Q m^3/s
Supr. sect. de-apă Ω m^2
Viteza medie-Vmed. m/s

Operator ROGOJAN ELENA Data 5.01.1996
Calculator ROGOJAN ELENA Data 5.01.1996
Verificat IONESCU EMIL Data 10.01.1996

38-2-1, A_4 (210×297).t_2

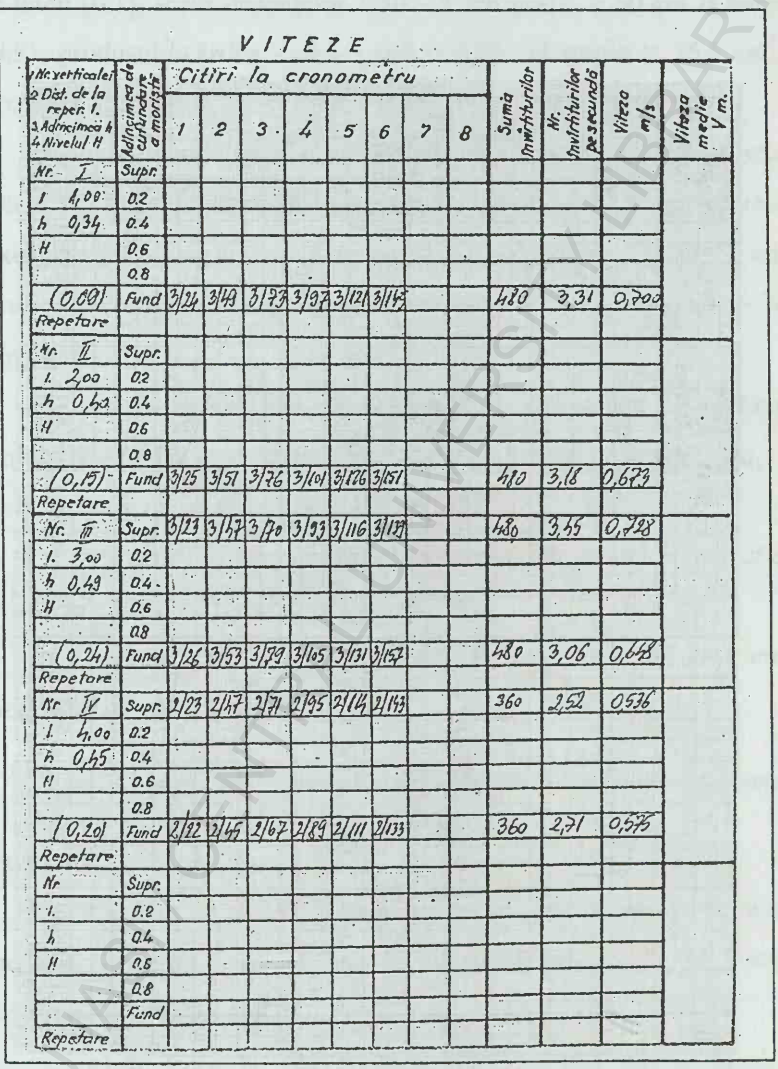
Fig. 63 a. Fișa pentru măsurarea debitului cu morișca, metoda grafomecanică – pagina 1.



Nivelul în secțiunea postului	H	Nr. pilot	Citire	Adaos	Fața de grafic
	La începutul măsurătorii	6	172	100	272
	La sfîrșitul măsurătorii	6	172	100	272

Nr. verticalei		SONDAJE					Suprafața secțiunii de apă		Viteza medie m/s		Debitul lichid între verticale m³/s
		Adîncimea m			Adîncimea activă	Distanța între verticale la măsurate	între verticalele de sondaj	între verticalele de viteză	la verticalele de viteză	între verticalele de viteze	
de sondaj	pentru măsurarea vitezei	dus	înapoi	medie							
0,0		0,15	0,15	0,15	0,15	1,0					
1,0	I	0,34	0,34	0,34	0,34	1,0					
2,0	II	0,40	0,50	0,40	0,40	1,0					
3,0	III	0,49	0,49	0,49	0,49	1,0					
4,0	IV	0,45	0,45	0,45	0,45	0,5					
4,5		0,20	0,20	0,20	0,20						

Fig. 63 b. Fișa pentru măsurarea debitului cu morișca, metoda grafomecanică – pagina 2.



VITEZE

1 Nr. verticalei 2 Dist. de la reper. 1. 3 Adâncimea h 4 Nivelul H	Adâncimea de cufundare a morişte	Citiri la cronometru 1	2	3	4	5	6	7	8	Suma învârtiturilor	Nr. învârtiturilor pe secundă	Viteza m/s	Viteza medie V m.
Nr. I	Supr.												
l 4,00	0.2												
h 0,34	0.4												
H	0.6												
	0.8												
(0,60)	Fund	3/24	3/43	3/73	3/97	3/121	3/145			480	3,31	0,700	
Repetare													
Nr. II	Supr.												
l. 2,00	0.2												
h 0,42	0.4												
H	0.6												
	0.8												
(0,15)	Fund	3/25	3/51	3/76	3/101	3/126	3/151			480	3,18	0,673	
Repetare													
Nr. III	Supr.	3/23	3/47	3/70	3/93	3/116	3/139			480	3,45	0,728	
l. 3,00	0.2												
h 0,49	0.4												
H	0.6												
	0.8												
(0,24)	Fund	3/26	3/53	3/79	3/105	3/131	3/157			480	3,06	0,648	
Repetare													
Nr IV	Supr.	2/23	2/47	2/71	2/95	2/119	2/143			360	2,52	0,536	
l. 4,00	0.2												
h 0,45	0.4												
H	0.6												
	0.8												
(0,20)	Fund	2/22	2/45	2/67	2/89	2/111	2/133			360	2,71	0,575	
Repetare													
Nr	Supr.												
l.	0.2												
h	0.4												
H	0.6												
	0.8												
	Fund												
Repetare													

Fig. 63 c. Fişa pentru măsurarea debitului cu morişca, metoda grafomecanică – pagina 3.

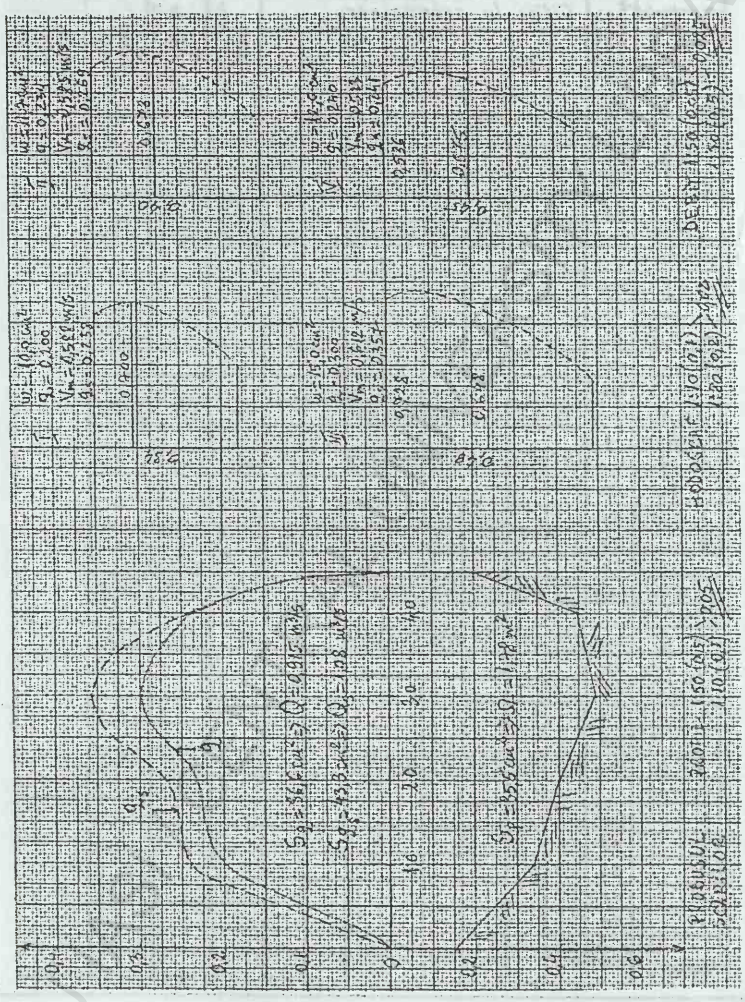


Fig. 63 d. Fişa pentru măsurarea debitului cu morişca, metoda grafomecanică – graficele.

- în cazul nostru scara adâncimii 1:10 – 1 cm grafic = 10 cm în teren (0,1), scara distanțelor 1:50 – 1 cm grafic = 50 cm în teren (0,5), produsul scărilor = 0,1 • 0,5 = 0,05; Ω grafic = 35,5 cm^2, produsul scărilor 0,05 → Ω real = 1,78 m^2;

b) se reprezintă la o scară convenabilă hodrografele (epurele vitezelor) folosind adâncimile medii (axa Oy) și vitezele punctiforme existente (axa Ox); în cazul nostru scara adâncimilor 1:10 – 1 cm grafic = 10 cm în teren (0,1), scara vitezelor 1:20 – 1 cm grafic = 20 cm/sec (0,2);

- se determină elementele epurei (ω – suprafața, q – debitul unitar (elementar) pe epură, V_m – viteza medie pe epură și q_s – debitul fictiv (superficial) pe epură);

- ω (cm^2) se obține prin planimetrare; *la primul hodograf ω = 10 cm^2*;

- q (cm^2/s) = ω • produsul scărilor epurei (0,02); *la primul hodograf q = 0,200 cm^2/s*;

- V_m (m/s) = $\frac{q}{h}$, unde h este adâncimea verticalei; *la primul hodograf V_m = 0,588 m/s*;

- q_s (cm^2/s) = h • V_s, unde V_s = viteza de suprafață (se ia de pe fișă – pagina 3 sau 4, sau se citește pe hodograf); *la primul hodograf q_s =0,238 cm^2/s*;

c) se trece la determinarea debitului real (Q, m^3/s) și a debitului fictiv (Q_s, m^3/s) folosind elementele q și q_s, obținute la fiecare hodograf:

- acestea se vor reprezenta, pe rând, la scară convenabilă comună, deasupra graficului de profil transversal (debitele unitar şi fictiv pe axa Oy şi distanţele dintre verticale cumulate pe axa Ox); punctele obţinute se unesc între ele pornind şi terminând la axa Ox, rezultând două curbe;

- suprafaţele încadrate de cele două curbe şi axa menţionată se planimetrează şi se înmulţesc cu produsul scărilor de reprezentare, rezultând cele două debite vizate;

- în cazul nostru scara debitului 1:5 – 1 cm grafic = 5 m^3/s în teren (0,05), scara distanţelor 1:50 – 1 cm grafic = 50 cm în teren (0,5), produsul scărilor = 0,05 • 0,5 = 0,025;

- $S_q = 36,6\ cm^2$ şi $S_{qs} = 43,3\ cm^2$,

unde, S_q = suprafaţa descrisă de curba debitelor unitare q;

S_{qs} = suprafaţa descrisă de curba debitelor fictive q_s;

- Q = S_q • produsul scărilor = 36,6 • 0,025 = 0,915 m^3/s;

- $Q_s = S_{qs}$ • produsul scărilor = 43,3 • 0,025 = 1,08 m^3/s.

Rezultatele finale ale principalilor parametri (Q, Ω etc.) se trec pe prima pagină în spaţiile corespunzătoare.

10.3. Determinarea debitului lichid cu ajutorul deversorilor hidrometrici se utilizează cel mai frecvent în cazul canalelor amenajate dotate cu astfel de instalaţii, prezente la diverse folosinţe de apă (fabrici, irigaţii etc.). Debitul limitat cantitativ impus de procesul tehnologic este dirijat prin secţiunea deversorului (triunghiulară, dreptunghiulară, trapezoidală etc – fig. 64).

Deversorii sunt confecționați din plăci metalice de diverse grosimi, montate transversal pe canal, sau direct din beton, în așa fel încât întregul debit să fie tranzitat prin secțiunea acestora.

Debitul se obține aplicând în ecuația deversorului elementele măsurate în teren (înălțimea stratului de apă – H-cm, măsurabilă cu rigla, lățimea deversorului b, cm).

$$Q = m_0 \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

unde,

m_0 = coeficient de debit ce depinde de sarcina H și de înălțimea pragului deversor deasupra patului albiei;
g = accelerația gravitațională.

Ex. $m_0 = 0{,}501$
$H = 0{,}1$ m
$b = 0{,}5$ m
$g = 9{,}81$
$Q = 0{,}052$ m^3/s

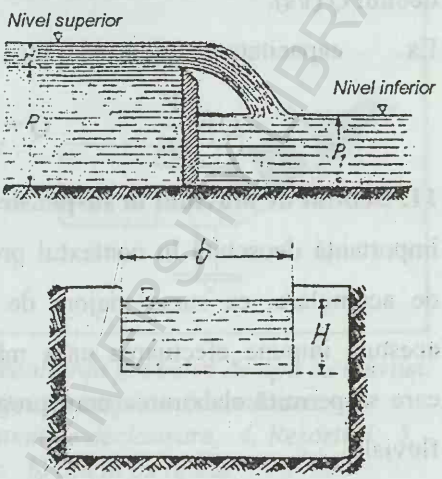


Fig. 64. Deversor hidrometric dreptungiular din profil lateral și frontal.

10.4.Determinarea debitului lichid prin metoda volumetrică poate fi aplicată doar în cazul izvoarelor și a pâraielor cu debite ce nu depășesc 2 l/s.

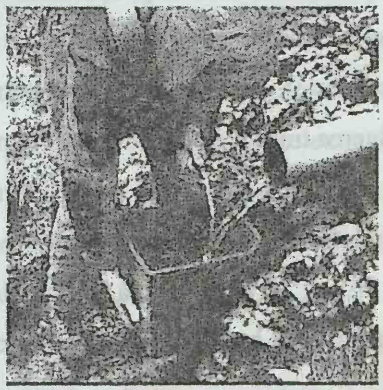


Fig. 65. Măsurarea debitului prin metoda volumetrică.

Procedeul constă în determinarea timpului în care se umple un recipient cu volum cunoscut (fig. 65).

Prin raportarea volumului la timpul cronometrat se obține debitul Q (l/s).

Ex. capacitate recipient = 20 litri; timp cronometrat = 7 secunde;

$$Q = \frac{V}{T} \qquad Q = \frac{20}{7} = 2{,}86 \text{ l/s.}$$

11. Debitul de aluviuni în suspensie al râurilor (R – kg/s) capătă o importanță deosebită în contextul proiectării și exploatării lacurilor de acumulare, ca surse majore de alimentare cu apă. Evaluarea acestuia impune efectuarea unor măsurători, calcule și prelucrări, care să permită elaborarea unor prognoze de dinamică a sistemelor fluviale.

11.1. Aparatura utilizată la recoltarea probelor de apă cu aluviuni în suspensie

Instrumentele și aparatele de recoltare și măsurare directă permit determinarea cu precizie a cantității de aluviuni în suspensie (turbiditate), care prelucrată împreună cu debitul lichid conduce la obținerea transportului de aluviuni în suspensie în unitate de timp.

Cel mai frecvent folosite dintre aparatele de colectat probe în activitatea hidrometrică din România sunt batometrele. Dintre acestea se disting prin ușurință în exploatare batometrul cu umplere instantanee și batometrul butelie (sticla cu ajutaj) – fig. 66 a, b.

BCU "I. C. BRĂTIANU" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Batometrul cu umplere instantanee reprezintă un cilindru cu o capacitate de 1 litru, prevăzut cu două clapete de închidere etanşă la cele două capete, tensionate de două perechi de resorturi (arcuri).

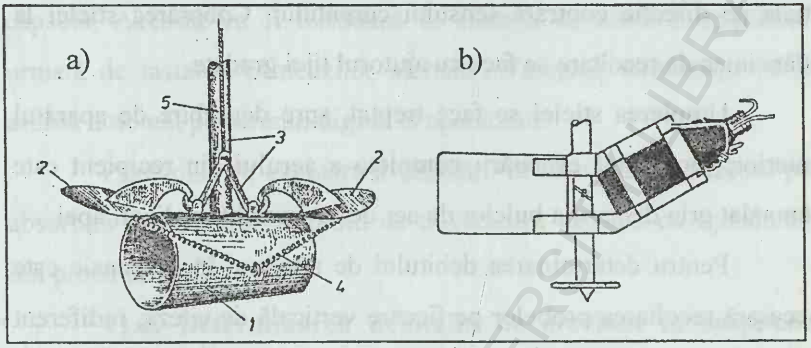


Fig. 66. Aparatura utilizată la recoltarea probelor de apă cu aluviuni în suspensie. a) Batometru cu umplere instantanee – 1, Cilindru; 2, Clapete; 3, Sistem de declanşare; 4, Resorturi; 5, Tija de lansare. b) Sticla cu ajutaj.

În partea superioară a cilindrului sunt ataşate două pârghii cu piedici, care păstrează clapetele deschise. Ansamblul este fixat pe o tijă metalică, ce permite coborârea la adâncimea de prelevare, unde cu ajutorul unui cablu sunt acţionate pârghiile ce vor declanşa închiderea clapetelor. Proba de apă închisă în interior este extrasă la suprafaţă şi golită în recipienţi etichetaţi pe care se înscriu numărul verticalei, punctul standard de recoltare, adâncimea, momentul recoltării.

Sticla cu ajutaj este o butelie obişnuită cu capacitate de un litru, montată pe un suport special creat. În partea superioară, la gâtul sticlei, este montat un dop de cauciuc cu două ajutaje (tuburi metalice

subțiri) care servesc la umplerea sticlei cu apă (tubul inferior - drept) și evacuarea aerului (tubul superior – ușor curbat în sus). De asemenea, la ansamblu mai este atașat și un ampenaj, care menține sticla pe direcție contrară sensului curentului. Coborârea sticlei la adâncimea de recoltare se face cu ajutorul tijei gradate.

Umplerea sticlei se face treptat, spre deosebire de aparatul anterior; momentul evacuării complete a aerului din recipient este semnalat prin dispariția bulelor de aer de la suprafața oglinzii apei.

Pentru determinarea debitului de aluviuni în suspensie este necesară recoltarea probelor pe fiecare verticală de viteză, indiferent de metoda folosită (*detaliată* – cu recoltare în toate punctele de viteză pe verticală sau *integratoare* – cu recoltarea unei probe unice pe întreaga verticală, prin manevrarea continuă a recipientului de mai multe ori, de la oglinda apei spre patul albiei până la umplere).

Dacă în cazul primei metode aparatul care se pretează cel mai bine este batometrul cu umplere instantanee, la metoda integratoare este obligatorie folosirea sticlei cu ajutaj.

Turbidimetrele sunt aparate moderne de determinare a cantității de aluviuni deosebit de fiabile, mai ales în cazul unor campanii prelungite, cu numeroase puncte de măsurare (fig. 67).

Fig. 67. Turbidimetrul.

Avantajul acestui tip de aparat este acela că permite citirea

directă a valorii turbidității și centralizarea ei, eliminându-se efortul manevrării ambalajelor cu recipienți.

Din proba de apă recoltată se preia un eșantion într-o capsulă. Aceasta va fi introdusă în camera de citire a aparatului urmată de tastarea comenzilor aferente. Valoarea turbidității va fi afișată automat pe ecranul digital al aparatului.

Principiul de evaluare a cantității de aluviuni se bazează pe absorbția sau refracția luminii ce traversează capsula cu eșantionul din proba de apă.

11.2. Determinarea debitului de aluviuni în suspensie prin metoda analitică

După recoltarea probelor de apă cu aluviuni, recipienții sunt duși la laborator unde se procedează la prelucrarea prealabilă determinării debitului. În acest scop se parcurg mai multe etape:

- anterior filtrării apei, toate filtrele sunt etuvate, cântărite, marcate și înscrise într-un registru;
- se agită sticlele, pentru eliminarea depunerilor și se filtrează pe un stativ cu ajutorul unor pâlnii și filtre speciale (fig. 68);
- după uscarea normală a filtrelor cu aluviuni, acestea se pliază și se usucă în etuvă, la 105 ^{0}C timp de ½ oră pentru eliminarea apei;

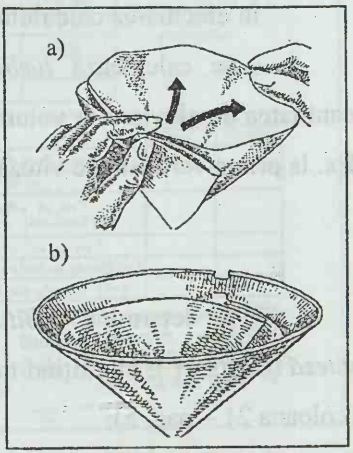


Fig. 68. Filtru (a) și pâlnie (b) utilizate la filtrarea probelor de apă.

- din etuvă se plasează într-un bol de sticlă închis etanş, care păstrează aerul uscat datorită unei substanţe chimice depozitate;

- de aici se scot pe rând şi se cântăresc; diferenţa dintre greutatea filtrului plin şi greutatea filtrului gol reprezintă cantitatea de aluviuni (g);

- valorile rezultate se înscriu în registru alături de celelalte elemente, precum şi în carnetul de debite complete (coloana 19).

Obţinerea debitului propriu-zis se face prin una din metodele cunoscute, analitică sau grafomecanică.

Metoda analitică se bazează în exclusivitate pe aplicarea unor formule de calcul matematic în determinari. Prelucrarea se începe după finalizarea calculului de debit lichid realizat pe aceeaşi fişă – *Carnet de măsurători complete*, recoltarea probelor fiind făcută prin metoda integratoare (fig. 69 a, b, c, d, e, f, g, h).

În efectuarea calculului se parcurg mai multe etape:

- se calculează *turbiditatea* (ρ, g/l sau g/m^3), raportând cantitatea de aluviuni la volumul recipientului (coloana 20 – pag. 5);

Ex. la prima verticală de viteză: cantitatea de aluviuni = 0,0381 g;

volumul recipientului = 1 l;

$\rho = 0{,}0381 \cdot 1000 = 38{,}1$ g/m^3.

- se determină *debitul unitar de aluviuni în verticala de viteză* (α, g/s•m^2), înmulţind turbiditatea cu viteza medie pe verticală (coloana 21 – pag. 5);

Ex. la prima verticală de viteză: $\rho = 38{,}1$ g/m^3; $V_m = 0{,}601$ m/s;

$\alpha = 38{,}1 \cdot 0{,}601 = 22{,}89$ g/s•m^2.

Unitatea FACULTATEA DE GEOGRAFIE

CARNET MĂSURĂTORI DEBITE

Statia hidrologică Cluj-Napoca Riul Lonea Statia hidrometrică Luna de Jos

Debitul de apă nr. ..... Debitul de aluviuni în suspensie nr. .....

Data: ziua 9 luna ianuarie 1996 Profil nr. 1 situat la ... Km amonte/aval de mîră

DATE ŞI REZULTATE

Înălţimea nivelului faţă de „0" al graficului H cm. 135

I DATE ASUPRA SECŢIUNII

B m	Σbg m²	hm m	hmax m	Ω Ωf	Ω Ωa	Ω Ωi	Ωg m²	Ωn m²	P m	R m
3,50	-	0,28	0,38	-	1,00	-	-	-	3,78	0,26

II. DATE ASUPRA VITEZELOR

Vm m/s	Vmax m/s	Vmax sup m/s	‰
0,685	0,854	0,854	-

III. DATE ASUPRA ALUVIUNILOR ÎN SUSP.

ρm g/l	ρmax g/l	ρmin g/l
27,7	38,1	22,4

IV. METODE FOLOSITE

Mijlocul de măsurare a debitului de apă - morişca - hidrometrică

Mijlocul de măsurare a debitului de aluviuni - sticlă cu efect

Metoda de calcul a debitului de apă - analitică

Metoda de calcul a debitului de aluviuni - analitică

REZULTATE

Debit de apă $Q = 0,685$ m³/s

Debit fictiv $Q_s = 0,708$ m³/s

Coef. de reductie $= \frac{Q}{Q_s} = 0,97$

Debitul de aluviuni în suspensie

$R = 0,019$ Kg/s

NIVELUL APEI ÎN TIMPUL MĂSURĂRII DEBITULUI

H cm.	Sectorul statiei hidrometrice Nr. pilot (miră)	Cîtire	Adaos	Total de la „0" graf.
La începutul măs.	7	75	100	175
La sfîrşitul măs.	7	75	100	175
Nivelul calculat				

Cota $\frac{abs}{ref}$ a punctului „0" al graficului

_____ m.

Mărimi caracteristice la maluri	MALUL Stîng	Drept
Distanta de la reper pînă la marginea oglinzii apei în m		
Adîncimea apei la marginea oglinzii apei în m		
Distanta de la reper la limita spatiului inactiv în m determinată cu (flotori, morişcă)		
Adîncimea apei la marginea spatiului inactiv în m		
Dist. de la reper la marginea fetei inferioare a strat. de gheată (m)		
Dist. de la reper la marginea fetei sup. a strat. de gheată (m)		

Operator ROP IOAN Data 9 ianuarie anul 1996

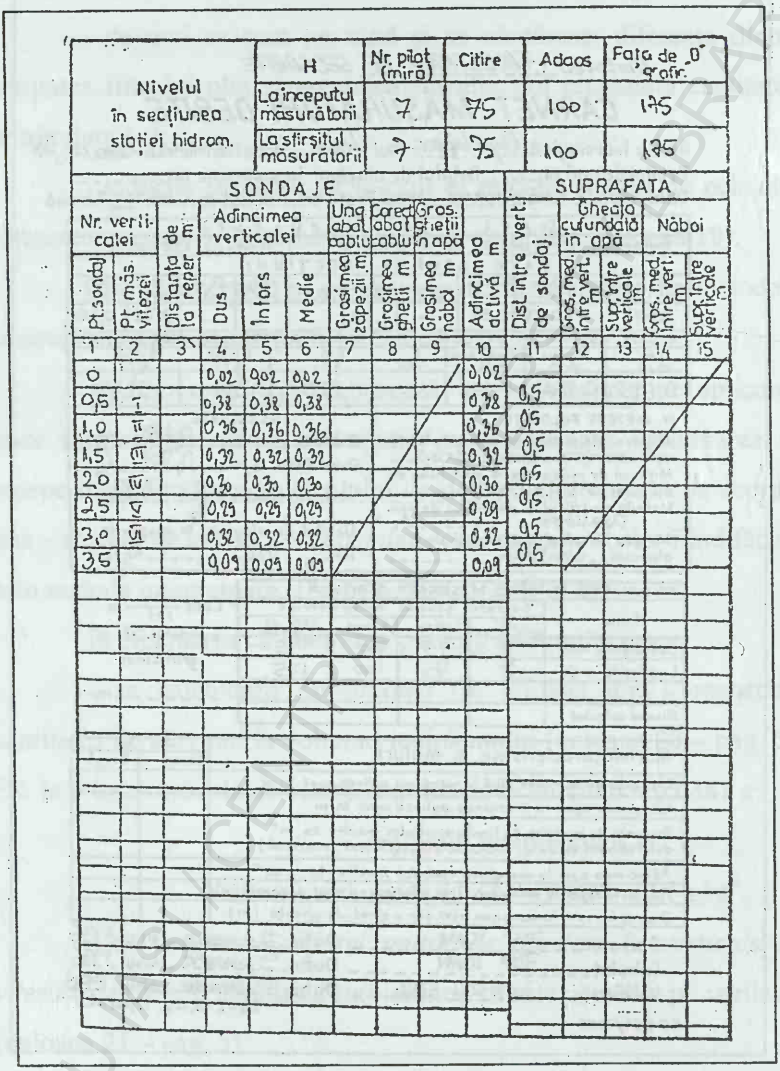
Calculat ROP IOAN Data 9 ianuarie anul 1996

Verificat IONESCU EMIL Data 12 ianuarie anul 1996

38-2-3, Ag, 12 pag. tz

CG 564/1985

Fig. 69 a. Carnet pentru măsurători complete, metoda analitică – pagina 1.

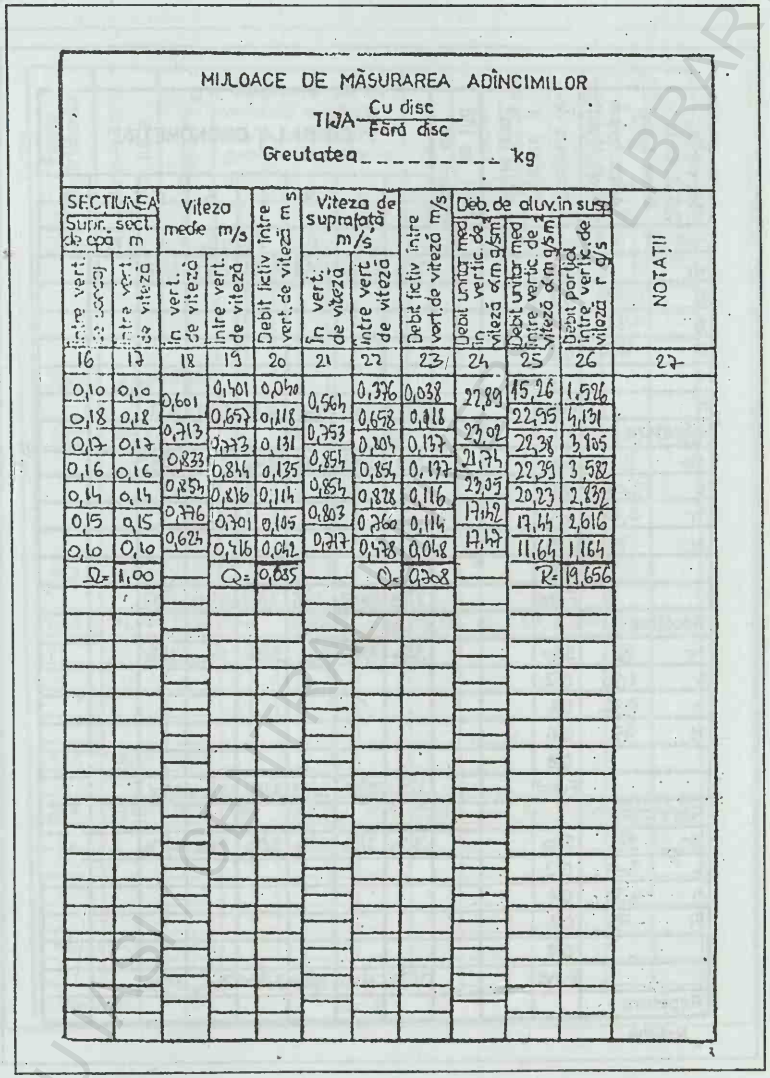


Nivelul în secțiunea stației hidrom.	H	Nr. pilot (mira)	Citire	Adaos	Fața de „0" grafic
	La începutul măsurătorii	7	75	100	175
	La sfîrșitul măsurătorii	7	75	100	175

SONDAJE — **SUPRAFAȚA**

Nr. verticalei		de m	Adîncimea verticalei			Ung. abal. pablu	Corecț. abat. cablu	Gros. gheții în apă	Adîncimea efectivă m	Gheața cufundată în apă		Năboi	
Pt. sondaj	Pt. măs. vitezei	Distanța la reper	Dus	Întors	Medie	Grosimea zăpezii m	Grosimea gheții m	Grosimea năboi m		Dist. între vert. de sondaj	Gros. med. între vert. m	Supr. între verticale m	Gros. med. între vert. m	Supr. între verticale m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0			0,02	0,02	0,02				0,02					
0,5	I-1		0,38	0,38	0,38				0,38	0,5				
1,0	II		0,36	0,36	0,36				0,36	0,5				
1,5	III		0,32	0,32	0,32				0,32	0,5				
2,0	IV		0,30	0,30	0,30				0,30	0,5				
2,5	V		0,29	0,29	0,29				0,28	0,5				
3,0	VI		0,32	0,32	0,32				0,32	0,5				
3,5			0,09	0,09	0,09				0,09					

Fig. 69 b. Carnet pentru măsurători complete, metoda analitică – pagina 2.



MIJLOACE DE MĂSURAREA ADÎNCIMILOR

TIJA Cu disc / Fără disc

Greutatea _____ kg

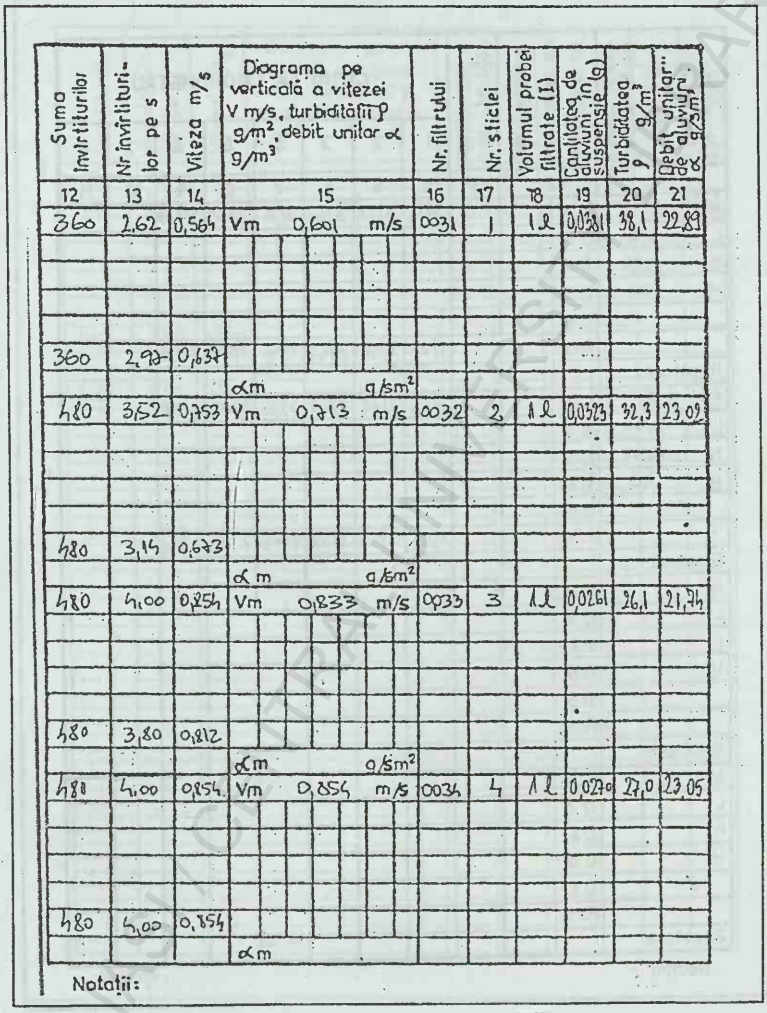
SECTIUNEA Supr. de apă	sect. m	Viteza medie m/s		Debit fictiv între vert. de viteză m s	Viteza de suprafață m/s		Debit fictiv între vert. de viteză m/s	Deb. de aluv. în susp.			NOTAȚII
între vert. de viteză	între vert. de viteză	în vert. de viteză	între vert. de viteză		în vert. de viteză	între vert. de viteză		Debit unitar mediu în vertic. de viteză g/s m	Debit unitar mediu între vertic. de viteză g/s m	Debit partial între vertic. de viteză g/s	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
0,10	0,10	0,601	0,601	0,060	0,564	0,376	0,038	27,89	15,26	1,526	
0,18	0,18		0,657	0,118		0,658	0,118		22,95	4,131	
0,17	0,17	0,713	0,773	0,131	0,753	0,805	0,137	23,02	22,38	3,805	
0,16	0,16	0,833	0,844	0,135	0,854	0,854	0,177	21,74	22,39	3,582	
0,14	0,14	0,854	0,816	0,114	0,854	0,828	0,116	23,03	20,23	2,832	
0,15	0,15	0,776	0,701	0,105	0,803	0,760	0,114	17,42	17,44	2,616	
0,10	0,10	0,624	0,416	0,042	0,717	0,478	0,048	12,49	11,64	1,164	
Σ=	1,00		Q=	0,685		Q=	0,708		R=	19,656	

Fig. 69 c. Carnet pentru măsurători complete, metoda analitică – pagina 3.

1.Nr. vertic. 2.Dist. de la reper L (m) 3.Adinc. h/cm 4.Nivel H/cm	Adincimea de cufundare a morilor (cm.)	Citiri pe tija (cablu) cm	· CITIRI LA CRONOMETRU							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr I	Sup		2/23	2/46	2/69	2/92	2/114	2/137		
L 0,50	02									
h 0,38	04									
H 25	06									
	08									
	Fund		2/20	2/40	2/60	2/80	2/101	2/121		
Repetare										
Nr II	Sup		3/21	3/43	3/66	3/90	3/112	3/136		
L 1,00	02									
h 0,36	04									
H 75	06									
	08									
	Fund		3/25	3/51	3/76	3/102	3/127	3/153		
Repetare										
Nr III	Sup		3/20	3/40	3/60	3/80	3/100	3/120		
L 1,50	02									
h 0,32	04									
H 25	06									
	08									
	Fund		3/22	3/42	3/63	3/81	3/105	3/126		
Repetare										
Nr IV	Sup		3/20	3/40	3/60	3/80	3/100	3/120		
L 2,00	02									
h 0,30	04									
H 25	06									
	08									
	Fund		3/20	3/40	3/60	3/80	3/100	3/120		
Repetare										

Notatii:

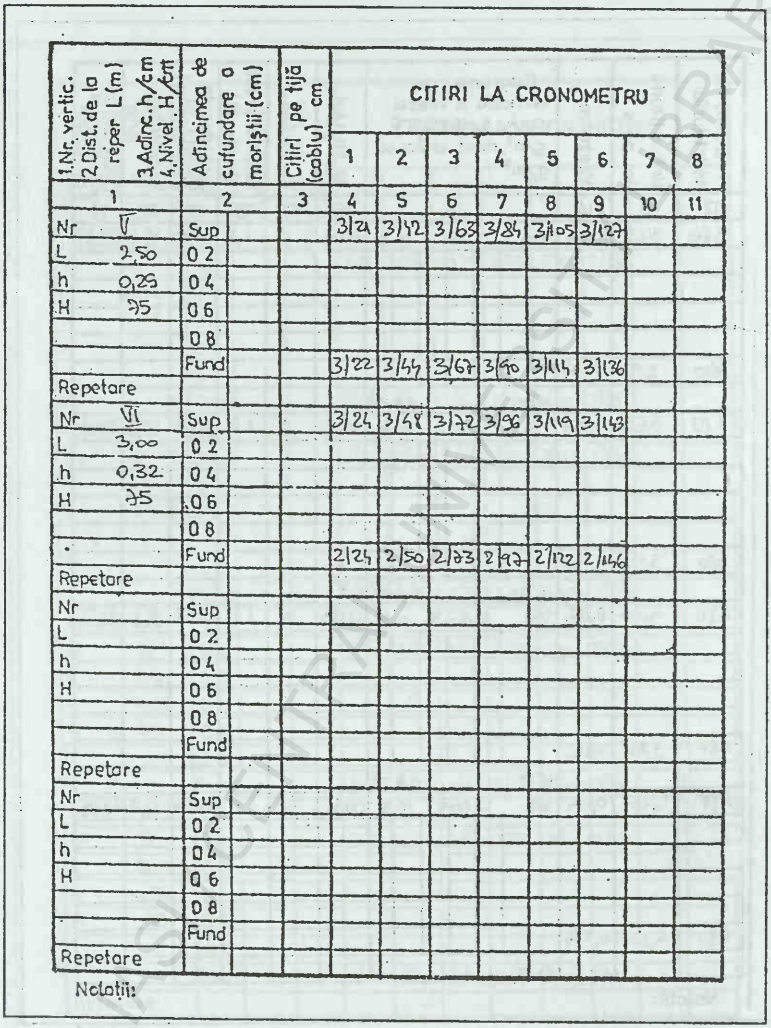
Fig. 69 d. Carnet pentru măsurători complete, metoda analitică – pagina 4.



Suma înv.rotiturilor	Nr. înv.rotiturilor pe s	Viteza m/s	Diagrama pe verticală a vitezei V m/s, turbidităţii ρ g/m³, debit unitar α g/m³	Nr. filtrului	Nr. sticlei	Volumul probei filtrate (l)	Cantitatea de aluviuni în suspensie (g)	Turbiditatea ρ g/m³	Debit unitar de aluviuni q/s/m
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
360	2,62	0,564	Vm 0,601 m/s	0031	1	1 l	0,0381	38,1	22,89
360	2,98	0,637							
			αm g/s/m²						
480	3,52	0,753	Vm 0,713 m/s	0032	2	1 l	0,0323	32,3	23,09
480	3,14	0,673							
			α m g/s/m²						
480	4,00	0,854	Vm 0,833 m/s	0033	3	1 l	0,0261	26,1	21,74
480	3,80	0,812							
			αm g/s/m²						
480	4,00	0,854	Vm 0,854 m/s	0034	4	1 l	0,0270	27,0	23,05
480	4,00	0,854							
			αm						

Notaţii:

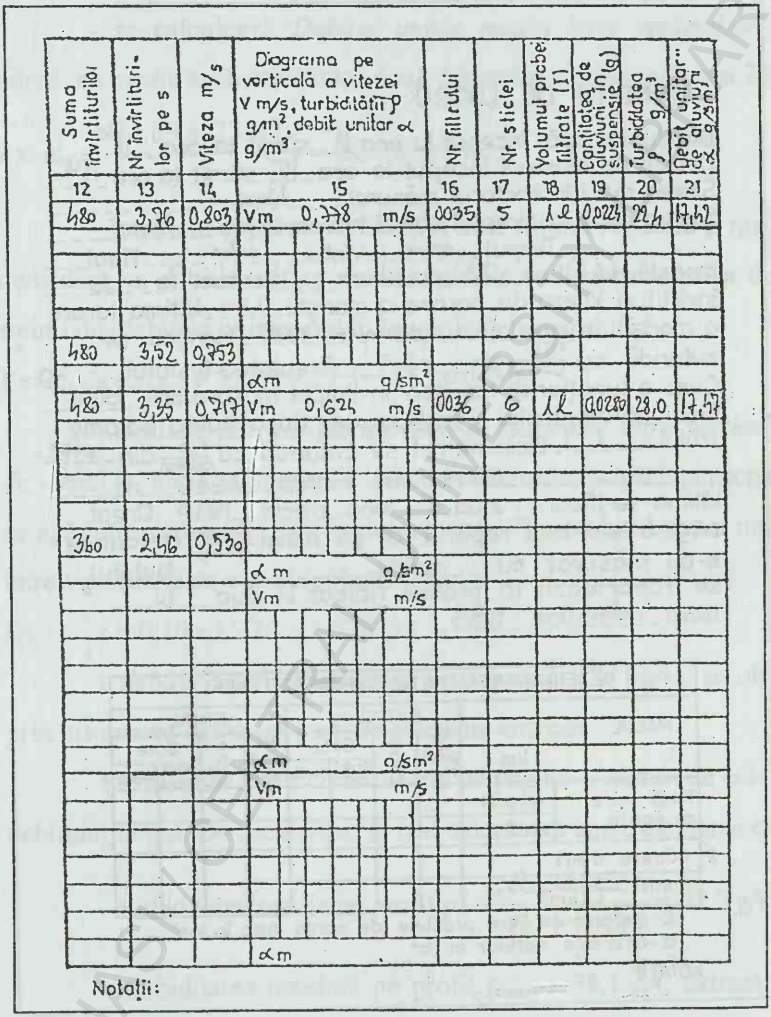
Fig. 69 e. Carnet pentru măsurători complete, metoda analitică – pagina 5.



1.Nr. vertic. 2.Dist. de la reper L (m) 3.Adinc. h/cm 4.Nivel. H/cm	Adincimea de cufundare a morişti (cm)		Citiri pe tijă (cablu) cm	CITIRI LA CRONOMETRU							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr V	Sup			3/21	3/42	3/63	3/84	3/105	3/127		
L 2,50	02										
h 0,25	04										
H 75	06										
	08										
	Fund			3/22	3/44	3/67	3/90	3/114	3/136		
Repetare											
Nr VI	Sup			3/24	3/48	3/72	3/96	3/119	3/143		
L 3,00	02										
h 0,32	04										
H 75	06										
	08										
	Fund			2/24	2/50	2/83	2/92	2/122	2/146		
Repetare											
Nr	Sup										
L	02										
h	04										
H	06										
	08										
	Fund										
Repetare											
Nr	Sup										
L	02										
h	04										
H	06										
	08										
	Fund										
Repetare											

Notaţii:

Fig. 69 f. Carnet pentru măsurători complete, metoda analitică – pagina 6.



Suma învârtiturilor	Nr învârturi-lor pe s	Viteza m/s	Diagrama pe verticală a vitezei V m/s, turbiditățiip g/m², debit unitar α g/m³	Nr. filtrului	Nr. sticlei	Volumul probei filtrate (l)	Cantitatea de aluviuni în suspensie (g)	Turbiditatea p g/m³	Debit unitar de aluviuni α g/sm²
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
480	3,76	0,803	Vm 0,778 m/s	0035	5	1 l	0,0224	22,4	17,42
480	3,52	0,753	αm g/sm²						
480	3,35	0,717	Vm 0,624 m/s	0036	6	1 l	0,0280	28,0	17,47
360	2,46	0,530	αm g/sm²						
			Vm m/s						
			αm g/sm²						
			Vm m/s						
			αm						

Notații:

Fig. 69 g. Carnet pentru măsurători complete, metoda analitică – pagina 7.

CONDIȚII DE LUCRU

Debitul de apă: început la ora 10[00] sfîrșit la ora 11[45]
Debitul de aluviuni început la ora 10[00] sfîrșit la ora 11[45]
Starea rîului în sectorul măsurat liberă
Starea rîului în dreptul stației hidrometrice liberă
Timpul senin Vîntul calm Tipul moriștii I.S.C.H. nr. 219 paleta nr. Contact la 20 învîrtituri. Viteza de pornire a moriștii 0,100 Ultima tarare a moriștii în ziua 4 luna august 1995 Morișca se cufundă cu tija / cablul din oțel Greutatea lestului kg
Cum a funcționat morișca în timpul măsurătorii bine
Tipul batometrului sticlă cu ajutaj Capacitatea batometrului 1 l. Batometrul se cufundă cu tija / cablul din oțel
Cronometru marca AGAT nr.
Ultima verificare: ziua 21 luna martie 1993 Drept origină s-a luat reperul de pe malul drept / stîng. Distanțele s-au măsurat cu ruleta Debitul se raportează la profilul ridicat în ziua 10 luna octombrie 1995

DETERMINAREA PANTEI SUPRAFETEI APEI

MALUL L	km	INITIAL Nr pilot mira	Citire	Cote pilot mira	Cote nivel	FINAL Nr pilot mira	Citire	Cote pilot mira	Cote nivel
Pilați mire de pantă	Amonte								
	Aval								
Cădere d (m)									
Panta $\frac{d\ (m)}{L\ (km)}$ ‰									

L - distanța între profilele de pantă dată în „km"
d - diferența cotelor în „m"

NOTAȚII

Fig. 69 h. Carnet pentru măsurători complete, metoda analitică – pagina 8.

- se copiază debitele unitare obținute, pe pagina 2, în coloana 24 – *Debit unitar mediu în verticala de viteză*;

- se calculează *Debitul unitar mediu între verticalele de viteză*, ca medie aritmetică între două debite învecinate (coloana 25);

Ex: $\alpha_m = \frac{22.89 + 23.02}{2} = 22.95$ g/s•m^2.

- între mal şi prima verticală şi între ultima verticală şi mal se consideră ca debite unitare medii, valorile corespunzătoare a două treimi din debitele unitare medii în verticalele respective.

Ex: $\alpha_{m\ spre\ mal\ stâng} = 22,89 \cdot 2 / 3 = 15,26$ g/s•m^2.

- *debitele parțiale de aluviuni în suspensie între verticalele de viteză* (r, g/s) – coloana 26, se obțin înmulțind suprafața secțiunii de apă între verticalele de viteză (coloana 17) cu debitul unitar mediu între verticalele de viteză (coloana 25);

Ex: $r = 0,10 \cdot 15,26 = 1,526$ g/s.

- *debitul total de aluviuni în suspensie* (R, kg/s), se obține prin însumarea debitelor parțiale calculate anterior.

Rezultatele obținute se înscriu pe pagina 1, alături de cele ale debitului lichid. De asemenea, se mai calculează unele elemente ca:

- turbiditatea medie pe profil $\rho_m = \frac{R}{Q} = \frac{19.656}{0.685} = 27,7$ g/l;

- turbiditatea maximă pe profil $\rho_{max} = 38,1$ g/l, extrasă din coloana 20, paginile 5 şi 7;

- turbiditatea minimă pe profil $\rho_m = 22,4$ g/l, extrasă din coloana 20, paginile 5 şi 7.

ANEXA 1

1. Principalele cursuri de apă de pe Glob, după lungime
2. Principalele cascade pe Glob, după înălțime
3. Principalele delte pe Glob, după suprafață
4. Principalele lacuri de pe Glob, după suprafață

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 1

Principalele cursuri de apă de pe Glob, după lungime

Nr crt	Denumirea râului	Lungimea (km)	Suprafața bazinului (km^2)	Debit mediu (m^3/s)	Debit maxim (m^3/s)	Lungimea căii navigabile (km)
1	2	3	4	5	6	7
1	Amazon	7025	7180000	190000	300000	4200
2	Nil	6671	2870000	2600	15000	
3	Iangtze	6300	1807000	34000	40000	2850
4	Mississippi	6215	3210000	18400	80000	3000
5	Huanghe	5464	750000	1700	22000	800
6	Obi	5410	2990000	12300	42800	
7	Enisei	5075	2580000	17800	120000	3800
8	Zair (Congo)	4700	3691000	39000	60000	
9	Mekong	4500	810000	14800	33000	1600
10	Amur	4440	1843000	10800	40000	2824
11	Lena	4400	2490000	16860	110000	3475
12	Missouri	4320	1370000	160	19000	
13	Irtâș	4248	1643000	2150		
14	Mackenzie	4240	1800000	11320	26800	2200
15	Niger	4160	2092000	7000	30000	1900
16	Parana	4036	2665000	16500	30000	2600
17	Murray	3750	1160000	330		1000
18	Yukon	3700	855000	6560		3200
19	Volga	3696	1360000	8060	52000	3696
20	Sf. Laurențiu	3350	1269000	14000		3350
21	Shatt-al-Arab	3260	1000000	1460	10000	195
22	Madeira	3230	1391000	30500		1060
23	São Francisco	3200	600000	3000		
24	Purus	3200	365000	12600		
25	Indus	3180	980000	3850	30000	1400
26	Gange	3100	2055000	32500	65000	1450
27	Eufrat	3065	637000	840	3500	
28	Sârdaria	3019	219000	446		1400

1	2	3	4	5	6	7
29	Brahmaputra	2900	938000	20000		
30	Rio Grande	2880	570000	570		
31	Dunărea	2860	805300	6480	15500	2600
32	Tocantins	2850	770000	16800		350
33	Salween	2820	325000	6700		120
34	Colorado	2740	635000	508/5		
35	Darling	2740	710000	57		
36	Orinoco	2730	1086000	29100	55000	
37	Zambezi	2660	1330000	3300		
38	Viliui	2650	454000	1700	15000	
39	Nelson	2576	1154000	2800		638
40	Amudaria	2540	309000	2000		
41	Ural	2428	231000	400	14000	
42	Arkansas	2410	470000	1800		
43	Oubangui	2300	772800	5000	15000	
44	Olenek	2292	220000	1210		
45	Nipru	2285	504000	1670	25800	1990
46	Uruguay	2200	307000	5500		800
47	Paraguay	2200	1150000	4000		
48	Tapajos	2200	487000	15500		300
49	Murrumbidgee	2173	165000	77		
50	Irrawaddi	2150	430000	13000	40000	1600
51	His Chiang	2130	437000	8000	58000	800
52	Xijiang	2130	437000	8000	58000	350
53	Kolima	2129	643000	2250	25100	1400
54	Sikiag (Xi Jiang)	2129	435000	11000		
55	Red River	2050	233000		6600	
56	Tarim	2030	951508	75	2500	
57	Kassai	2000	880200	10000		
58	Sungari	2000	524000	2470		
59	Xingu	1980	513000	16000		190
60	Columbia	1956	670000	8460		153
61	Ucayali	1950	375000	12600		
62	Tigru	1900	375000	1240	13000	
63	Don	1870	422000	935	13500	1355

1	2	3	4	5	6	7
64	Orange	1860	1036000	500		
65	Vitim	1837	225000	2000	4900	
66	Pecioara	1809	326930	4060		1400
67	Kama	1805	507000	3500	27500	966
68	Angara	1779	1039000	4500		
69	Indighirka	1726	360000	1570	11500	
70	Limpopo	1690	440000	825		160
71	Snake	1670	282300	1390		
72	Hatanga	1636	364000	3320	18300	
73	Churchill	1600	282000	1200		
74	Volta	1600	388000	1470		
75	Okavango	1600	800000			
76	Katanga	1600	422000	3280		
77	Maranõn	1600	350000	15600		800
78	Nil Albastru	1600	309375	1600		
79	Ohio	1570	530140	8000		
80	Magdalena	1550	240000	8200		1250
81	Tobol	1511	426000	898	6350	437
82	Oka	1500	245000	1300	20000	1200
83	Sutlej	1500	395000	500	2000	
84	Godawari	1450	290000	3480	50000	1100
85	Senegal	1430	441000	726	3500	500
86	Liaohe	1430	231000	630	17000	645
87	Chari	1400	700000		3600	1600
88	Benue	1400	320600	3400		
89	Jumna	1384	351000			
90	Kura	1364	188000	575		
91	Fraser	1360	225000	3750		180
92	Rin	1360	224400	2500	11000	3000
93	Cauca	1355	80000	2000		
94	Nistru	1352	72100	310	2500	
95	Dvina de Nord	1302	360000	3560		
96	Krishna	1280	330000			
97	Narmanda	1250	100000		55000	
98	Vaal	1250	196875	113		

1	2	3	4	5	6	7
99	Zeia	1242	233000	1910		
100	Athabasca	1231	153000			
101	Liard	1215	276000			
102	Pecos	1215	101000		3000	
103	Gambia	1200	180000			280
104	Menam	1200	150000	2700		400
105	Rio Colorado	1200	350000	140		320
106	Elba	1165	144055	750		950
107	Kâzâl Irmak	1151	77100	200		
108	Helmand	1150	500000	450	15000	
109	Tedjen	1150	70600	30	990	
110	Ottawa	1120	1150000	2000		
111	Chenab	1100	138000	890		
112	Vistula	1095	194112	1100		940
113	Yellowstone	1080	182000			
114	Araks	1072	102000	241		
115	Tennesse	1050	104000	1800		
116	Doneț	1035	98900			
117	Selenga	1024	44700	935		
118	Loara	1020	120500	900	8500	
119	Tagus (Tajo)	1010	81000			185
120	Neman	990	98100	690		
121	Tisa	966	157220	814	4348	
122	Meuse	950	36000	350	3000	
123	Ebro	927	85997	618	8000	
124	Oder	912	118611	580		
125	Kuban	870	57900	30		
126	Mesen	857	76480	840		
127	Guadiana	820	68000			50
128	Pyassina	818	182000	2600		
129	Huaihe	813	260000	1000	11500	
130	Ron	812	98000	1900	10500	
131	Jhelum	810	55300	895	2000	
132	Song-Koi	800	158000	3900	35000	175
133	Duero (Douro)	776	98375	650	700	

UAIC IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1	2	3	4	5	6	7
134	Sena	776	78650	500		
135	Götta Älv	720	50180	585		
136	Drava	707	40150	578	2025	650
137	Pad	676	70091	1460		
138	Wisconsin	655	31450	250	2300	
139	Mahanadi	630	133000	2940		
140	Alabama	612	58534	1790		
141	Glomma	587	41283	685		
142	Garonne	575	56000	680	8100	193
143	Hudson	520	34600			
144	Inn	515	26131	743	6700	
145	Kemi	494	51400	525		
146	Lule Älv	450	25250	510		
147	Onega	405	57570	575		
148	Tibru	405	17169	260		
149	Tamisa	336	15300	260		311
150	Rio da la Platta	275	2650000	19500		

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 2

Principalele cascade pe Glob, după înălțime

Nr crt	Numele cascadei	Înălțime (m)	Localizare	Curs de apă
1	Angel, Salto	979	Bolivar, Venezuela	Rio Churun
2	Tugela Falls	948	Natal, Africa de Sud	Tugela River
3	Tres Hermanas, Cataratas las	914	Ayacucho, Peru	
4	Olo'upena Falls	900	Hawaii, S.U.A.	fără nume
5	Balâifossen	850	Hordaland, Norvegia	Balâi
6	Pu'uka'oku Falls	840	Hawaii, S.U.A.	fără nume
7	Browne Falls	836	Noua Zeelandă	fără nume
8	Strupenfossen	820	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Strupen
9	Ramnefjellsfossen	818	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Utigardselva
10	Waihilau Falls	792	Hawaii, S.U.A.	Waihilau Stream
11	Colonial Creek Falls	788	Washington, S.U.A.	Colonial Creek
12	Mongefossen	774	Möre Og Romsdal, Norvegia	Mongebeck
13	Mutarazi Falls	762	Nyanga, Zimbabwe	Mutarazi River
14	Kjelfossen	755	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Kjelfossgrovi
15	Yosemite Falls	739	California, S.U.A.	Yosemite Creek
16	Trou de Fer, Cascades de	725	Cirque de Salazie, Réunion	Bras de Caverne
17	Ølmåafossen	720	Möre Og Romsdal, Norvegia	Ølmåa
18	Mana'wai'nui Falls	719	Hawaii, S.U.A.	Mana'wai'nui St.
19	Kjeragfossen	715	Rogaland, Norvegia	fără nume
20	Avalanche Basin Falls	707	Montana, S.U.A.	fără nume
21	Alfred Creek Falls	700	Brit. Columbia, Canada	Alfred Creek
22	Døntefossen	700	Möre Og Romsdal, Norvegia	Døntelva
23	Haloku Falls	700	Hawaii, S.U.A.	fără nume
24	Brufossen	698	Hordaland, Norvegia	Brufosselva
25	Spirefossen	690	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Spirefossa
26	Yutajé, Salto	671	Amazonas, Venezuela	Rio Yutajé
27	Deserted River Falls	670	Brit. Columbia, Canada	Deserted River
28	Sulphide Creek Falls	665	Washington, S.U.A.	Sulphide Creek
29	Kahiwa Falls	660	Hawaii, S.U.A.	Kahiwa Stream
30	Krunefossen	660	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Kruneelva
31	Mardalsfossen	657	Möre Og Romsdal, Norvegia	Mardøla
32	Snow Creek Falls	652	California, S.U.A.	Snow Creek
33	Francis Falls	650	Brit. Columbia, Canada	fără nume
34	Tyssestrengene	646	Hordaland, Norvegia	Tysse

1	2	3	4	5
35	Aimoo Falls	640	Hawaii, S.U.A.	
36	Marengo Falls	640	New South Wales, Australia	
37	Ravine Blanche, La Cascade	640	Cirque de Salazie, Réunion	
38	Pitchfork Falls	638	Alaska, S.U.A.	Goat Lake out.
39	Itutinga, Cachoeira	628	Brazilia	
40	Ytste Tinjefjellfossen	620	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Ytste Tinjefjella
41	Langfoss	612	Hordaland, Norvegia	
42	Gold Creek Falls	610	Brit. Columbia, Canada	Gold Creek
43	Kakaauki Falls	610	Hawaii, S.U.A.	Kakauki Stream
44	Kukenaam, Salto	610	Bolivar, Venezuela	Rio Kukenaam
45	Roraima, Salto	610	Bolivar, Venezuela	
46	Liingafossen	605	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Liingaelvi
47	Silver Lake Falls	601	Washington, S.U.A.	Silver Creek
48	Bluff Falls	600	Noua Zeelandă	
49	Levo Savice, Slapovi	600	Triglav Park, Slovenia	Hudournik
50	Keana'awi Falls	597	Hawaii, S.U.A.	
51	Sentinel Falls	585	California, S.U.A.	Sentinel Creek
52	Sutherland Falls	580	Noua Zeelandă	Arthur River
53	Wailele Falls	580	Hawaii, S.U.A.	fără nume
54	Aa Falls	579	Hawaii, S.U.A.	
55	Madden Falls	579	Brit. Columbia, Canada	Madden Creek
56	Lægdafossen	575	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Sagelvi
57	Giétro, Cascade du	564	Valais, Elveția	Giétro
58	Pissing Mare Falls	564	Newfoundland, Canada	Burnt Woods Brk.
59	Monument Falls	561	Montana, S.U.A.	fără nume
60	Østre Tinjefjellfossen	560	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Kloppelva
61	Tjøtafossen	560	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Tjøtaelva
62	Sundifossen	557	Hordaland, Norvegia	Austrepollelva
63	Ormelifossen	551	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Grandsava
64	Waimanu Falls	550	Hawaii, S.U.A.	
65	Lahomene Falls	549	Hawaii, S.U.A.	
66	Papala Falls	549	Hawaii, S.U.A.	
67	White Glacier Falls	539	Washington, S.U.A.	Mount Tom Crk.
68	Tyssefossen	533	Möre Og Romsdal, Norvegia	Tysseelva
69	Pilao, Cachoeira do	524	Santa Catharina, Brazilia	Rio Itajahy
70	Kingcome Valley Falls	520	Brit. Columbia, Canada	Kingcome Valley
71	Swiftcurrent Falls	520	Brit. Columbia, Canada	Swiftcurrent Crk.
72	Kakeha Falls	518	Hawaii, S.U.A.	fără nume
73	Frances Lake Falls	512	Montana, S.U.A.	fără nume

1	2	3	4	5
74	Papalaua Falls	501	Hawaii, S.U.A.	Kawai Nui Stream
75	Grinddalsfossen	500	Sogn Og Fjordane, Norvegia	Grinddals
76	Hannoki-no-taki	500	Honshu, Japonia	
77	Sandy Pond Falls	500	Newfoundland, Canada	
78	Walcherfall	500	Salzburg, Austria	
79	Boston Creek Falls	496	Washington, S.U.A.	Boston Creek
80	Tjørnadalsfossen	495	Hordaland, Norvegia	Stølselva
81	Louis Creek Falls	494	Washington, S.U.A.	Louis Creek
82	Ribbon Falls	491	California, S.U.A.	Ribbon Creek
83	Voldefossen	490	Hordaland, Norvegia	Volda
84	Otter Falls	488	Washington, S.U.A.	Otter Creek
85	Thorfossen	488	Sogn Og Fjordane, Norvegia	
86	Krokfossen	485	Hordaland, Norvegia	Krokelva
87	Torment Falls	483	Washington, S.U.A.	Torment Creek
88	Kiwi Falls	480	Brit. Columbia, Canada	Nisnak Creek
89	Hydnefossen	475	Buskerud, Norvegia	Hydna
90	Röthbachfall	469	Oberbayern, Germania	
91	Mardølafossen	468	Möre Og Romsdal, Norvegia	Ytste Mardøla
92	Kaliuwa'a Falls	463	Hawaii, S.U.A.	Kaluanui Stream
93	Bridal Veil Falls	460	Alaska, S.U.A.	
94	Blackwell Falls	457	Montana, S.U.A.	fără nume
95	Bridal Veil Falls	457	Alberta, Canada	fără nume
96	Hidden Valley Falls	457	Cayo, Belize	
97	Icecap Falls	457	Brit. Columbia, Canada	fără nume
98	Jagged Ridge Falls	457	Washington, S.U.A.	fără nume
99	Ndedema Falls	457	Africa de Sud	
100	Vivienne Falls	457	Kenya	Nithi River

BCU IASI / CENTRUL DE CULTURA PARTICIPATIVA

Tabelul 3

Principalele delte pe Glob, după suprafață

Nr. crt.	Denumirea fluviului (deltei)	Suprafața (km^2)	Înaintare în mare (m/an)	Nr. de brațe	Debit de aluviuni (mil. t/an)	Observații *l=lungime, localizare ** tipul deltei
1	2	3	4	5	6	7
1	Gange-Brahmaputra	82000			350	*L=480 km ASIA **In retragere
2	Iangtze	80000				*L=200 km ASIA
3	Mekong	70000	80-100		1,5 km^3/an	*ASIA
4	Mississippi	32000	85-100		360	*AM. DE NORD ** Digitată
5	Irrawaddi	30000	50		250	*ASIA **In retragere
6	Lena	29000		150		*ASIA
7	Niger	24000			67	*AFRICA
8	Nil	22000	33			*L=257 km; AFRICA
9	Orinoco	20000		36	45	*L=200 km, AM. DE SUD
10	Xijiang	16900				*ASIA
11	Mackenzie	15000				*AM. DE NORD
12	Mahanadi	13000				*ASIA
13	Song Hong Ha	13000			130	*ASIA
14	Volga	12000	170	500	25	*EUROPA **lobată
15	Shatt-Al-Arab	10000			50	*ASIA
16	Amudaria	10000			210	*ASIA
17	Yukon	10000				*AM. DE NORD
18	Kuban	9000	45-70		8,4	*EUROPA
19	Indus	8000		11	450	*ASIA
20	Kura și Arax	8000	100		21	*ASIA
21	Zambezi	8000			100	*L=120 km, AFRICA
22	Dunăre	5800	80		58	*EUROPA
23	Terek	4000			20-26	*L=16 km, EUROPA
24	Pad	2500	136		17	*EUROPA **Lobată
25	Huang He	2500	290		1100	*ASIA
26	Godavari	2000				*ASIA
27	Vistula	1500				*L=50 km, EUROPA
28	Ron (Camargue)	1000	20-51			*EUROPA **Lobată
29	Ebru	400				*EUROPA
30	Tibru	250				*EUROPA

Tabelul 4

Principalele lacuri de pe Glob, după suprafață

Nr. crt.	Denumirea lacului	Localizarea	Suprafața (kmp)	Volumul (kmc)	Adâncimea (m)
1	2	3	4	5	6
1	Marea Caspică	Azerbaidjan, Iran, Kazakhstan, Rusia, Turkmenistan	436000	78200	1025
2	Superior	Canada, S.U.A.	82100	12100	406
3	Victoria	Kenya, Tanzania, Uganda	68870	2760	84
4	Huron	Canada, S.U.A.	59600	3540	228
5	Michigan	S.U.A.	57800	4920	281
6	Tanganyika	Burundi, Congo, Tanzania, Zambia	32600	19000	1470
7	Baikal (Baykal, Ozero)	Rusia	31500	23600	1741
8	Lacul Urşilor	Canada	31000	2292	60
9	Malawi (Nyasa, Niassa)	Malawi, Mozambique, Tanzania	29500	7775	706
10	Lacul Sclavilor	Canada	27000	2088	614
11	Erie	Canada, S.U.A.	25700	484	64
12	Winnipeg	Canada	24500	284	36
13	Ontario	Canada, S.U.A.	18960	1640	224
14	Balkhash	Kazakhstan	18200	106	26
15	Marea Aral	Kazakhstan, Uzbekistan	17158	193	40
16	Ladoga	Rusia	16400	908	230
17	Maracaibo	Venezuela	13010	280	60
18	Tonle Sap	Cambodgia	13000	73	10
19	Patos	Brazilia	10144		8
20	Vostok	Antarctida	14000	1800	510
21	Titicaca (Lago Titicaca)	Bolivia, Peru	8372	893	281

1	2	3	4	5	6
22	Athabasca	Canada (Saakatchewan)	7900	2040	120
23	Issyk-Kul (Isyk-Kul)	Kyrgyzstan	6236	1738	668
24	Hovsgol (Khuvsgul)	Mongolia	2620	480	246
25	Kivu	Congo, Ruanda	2220	333	480
26	Argentino (Argentina)	Argentina	1466	220	500
27	Toba (Danau Toba)	Indonezia	1103	240	529
28	Balaton	Ungaria	593	1.9	12.2
29	Tahoe (1)	S.U.A.	499	375	501
30	Mjosa	Norvegia	365	56	449
31	Crater	S.U.A.	53	18	594

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BIBLIOGRAFIE

1. Buta, I., Iacob, Ersilia, (1971), *Noţiuni practice de hidrologia uscatului. Partea I, ediţia a I-a.* Centrul de multiplicare al Universităţii "Babeş-Bolyai", Cluj-Napoca.
2. Buta, I., Iacob, Ersilia, (1974), *Noţiuni practice de hidrologia uscatului. Partea I, ediţia a II-a.* Centrul de multiplicare al Universităţii "Babeş-Bolyai", Cluj-Napoca.
3. Czaya, Eberhard (1981), *Rivers of the World.* Leipzig, Germany.
4. Diaconu, C., Lăzărescu, D. (1965), *Hidrologie – manual pentru şcolile tehnice.* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
5. Gâştescu, P. (1979), *Lacurile Terrei.* Editura Albatros, Bucureşti.
6. Gâştescu, P. (1990), *Fluviile Terrei.* Editura Sport-Turism, Bucureşti.
7. Pandi, G. (1997), *Concepţia energetică a formării şi transportului aluviunilor în suspensie. Aplicaţie în NV României.* Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
8. Pişota, I. (1992), *Hidrologie – Lucrări practice.* Universitatea Bucureşti, Facultatea de Geografie.
9. Pişota, I., Buta, I. (1983), *Hidrologie.* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
10. Preda, I., Maroşi, P. (1971), *Hidrogeologie*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
11. Savin, C-tin. (1996), *Dicţionar ştiinţific poliglot (vol. I – II).* Editura Tipored, Bucureşti.
12. Sorocovschi, V. (2003) *Hidrologia uscatului (vol. I – II).* Editura Casa Cărţii de Ştiinţă, Cluj-Napoca.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

13. Sorocovschi, V., Buta, I. (1994), *Hidrometrie – măsurători şi calcule hidrologice.* Centrul de multiplicare al UBB, Cluj-Napoca.
14. Ştef, V. (1996), *Lucrări practice de hidrologie.* Universitatea Creştină "Dimitrie Cantemir", Facultatea de Geografia Turismului, Sibiu.
15. Teodorescu, N.I. (2003), *Hidrologie generală în 19 teme.* Editura Mirton, Timişoara.
16. Ujvári, I. (1972), *Geografia apelor României.* Editura Ştiinţifică, Bucureşti.
17. Zăvoianu, I. (1978), *Morfometria bazinelor hidrografice.* Editura Academiei Române, Bucureşti.
18. Zăvoianu, I. (1992), *Râurile - bogăţia Terrei.* Editura Albatros, Bucureşti.
19. * * * (1965), Instrucţiuni pentru reţeaua hidrogeologică de bază. Vol. II. Instrucţiuni pentru apele subterane privind activitatea observatorilor. C.S.A., Bucureşti.
20. * * * (1965), - Instrucţiuni pentru reţeaua hidrometrică de bază Vol. III - Instrucţiuni pentru staţiile hidrologice, partea I-a, rauri. I.D. 21-65, C.S.A., Bucureşti.
21. * * * (1997), *Îndrumar pentru staţiile hidrometrice pe râuri.* I.N.M.H., Bucureşti.
22. * * * (1997), *Instrucţiuni pentru staţiile şi serviciile hidrologice. Debite şi aluviuni.* I.N.M.H., Bucureşti.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ISBN 973-686-705-6